



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2011/09.06.12.37-TDI

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CUSTOS DA NÃO QUALIDADE EM PROJETOS ESPACIAIS - CASO DO PROGRAMA CBERS

Jônatas Campos de Oliveira

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Gerenciamento de Sistemas Espaciais, orientada pelo Dr. Petrônio Noronha de Souza, aprovada em 29 de setembro de 2011.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3AD3278>>

INPE
São José dos Campos
2011

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):**Presidente:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Membros:

Dr^a Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr^a Regina Célia dos Santos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr. Horácio Hideki Yanasse - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Deicy Farabello - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Vivéca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2011/09.06.12.37-TDI

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CUSTOS DA NÃO QUALIDADE EM PROJETOS ESPACIAIS - CASO DO PROGRAMA CBERS

Jônatas Campos de Oliveira

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Gerenciamento de Sistemas Espaciais, orientada pelo Dr. Petrônio Noronha de Souza, aprovada em 29 de setembro de 2011.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3AD3278>>

INPE
São José dos Campos
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Oliveira, Jônatas Campos de.

Ol4m Método de avaliação de custos da não qualidade em projetos espaciais - caso do programa CBERS / Jônatas Campos de Oliveira. – São José dos Campos : INPE, 2011.

xxii + 150 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m19/2011/09.06.12.37-TDI)

Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011.

Orientador : Dr. Petrônio Noronha de Souza.

1. Avaliação de custo. 2. Custo da qualidade. 3. Controle da qualidade. 4. análise econômica. 5. gerenciamento total da qualidade. I.Título.

CDU 658.562


Copyright © 2011 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita do INPE, com exceção de qualquer material fornecido especificamente com o propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2011 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming, or otherwise, without written permission from INPE, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de Mestre em

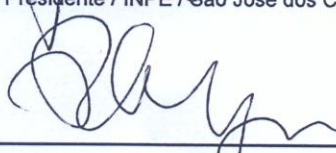
Engenharia e Tecnologia
Espaciais/Gerenciamento de Sistemas
Espaciais

Dr. Geilson Loureiro



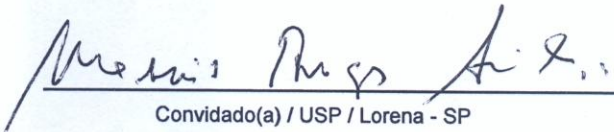
Presidente / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Petrônio Noronha de Souza



Orientador(a) / INPE / SJCampos - SP

Dr. Messias Borges Silva



Convidado(a) / USP / Lorena - SP

Este trabalho foi aprovado por:

() maioria simples

() unanimidade

Aluno (a): Jônatas Campos de Oliveira

São José dos Campos, 29 de setembro de 2011

“Quando estás certo, ninguém se lembra; quando estás errado, ninguém esquece”.

Provérbio irlandês

*A meus filhos,
Guilherme, Caio e Marília*

AGRADECIMENTOS

Ao nosso Deus acima de tudo, motivo de todas as coisas, o principio e o fim o α e o Ω .

A minha mãe pelo seu amor incondicional.

À Irma, minha esposa, pelo enorme carinho, apoio e, sobretudo, paciência com que me ajudou a superar os momentos mais críticos desta jornada.

À Yolanda, da biblioteca, pela paciência e prontidão em me atender nas correções dessa dissertação.

Ao meu orientador, Dr. Petrônio Noronha de Souza, pela disposição em recomeçar inúmeras vezes e tolerância pelos erros cometidos durante o desenvolvimento da dissertação e por não ter deixado que eu abandonasse esse caminho.

Aos colegas de mestrado pela força incentivadora e coleguismo para enfrentar as dificuldades comuns numa área nova dentro do quadro de pesquisa do INPE.

E a todos que diretamente ou indiretamente colaboraram na realização desse trabalho.

RESUMO

A dissertação aborda aspectos relacionados ao custo da qualidade do programa CBERS no Brasil, com enfoque na não qualidade ou não conformidades, falhas e modificações corretivas de projeto, registradas ao longo do desenvolvimento dos satélites CBERS-1 e CBERS-2. Uma metodologia específica para a classificação dos registros e determinação dos custos de correção da não qualidade é apresentada com o objetivo de quantificar a magnitude desses custos e compará-los ao custo total do projeto. Com base na análise dos resultados, o trabalho discute a relevância e o impacto dessas ocorrências no desenvolvimento do projeto, mostra as atividades com maior incidência de não conformidades e solicitações de modificação, e consegue indicar a melhoria do desempenho da qualidade do primeiro para o segundo satélite, graças aos ganhos em experiência e escala. A partir de normas e da literatura recente, o trabalho também detalha os fluxos de trabalho da garantia do produto, estuda os fatores que contribuem para os custos não conformes em processos internos, aborda o tema do melhoramento contínuo como meio para ampliar a eficácia do sistema da qualidade implantado no INPE e em empresas fornecedoras de produtos que integram os satélites do programa CBERS, e conclui com recomendações para a melhoria geral da gestão da garantia do produto e de sua interface com o gerenciamento do projeto.

ANALYSIS OF THE QUALITY SYSTEM OF THE SPACE SEGMENT OF THE CBERS PROGRAM WITH RESPECT TO THE COST OF QUALITY

ABSTRACT

The work addresses aspects related to the cost of quality of the CBERS program in Brazil, focusing on the lack of quality or non-conformities, failures and the engineering corrective modifications registered during the development of CBERS-1 and CBERS-2 satellites. A specific methodology for the classification of records and the determination of the costs of correcting the quality is presented in order to quantify the magnitude of these costs and compare them to the total project cost. Based on the analysis of the results, the work discusses the relevance and impact of these events in the development of the project, shows the activities with the highest incidence of non-conformities and requests for modification, and can indicate the performance improvement of the quality of the first to the second satellite thanks to gains in experience and scale. From established standards and the recent literature, the work also details the workflow of the product assurance, studying the factors that contribute to the costs of non-compliant internal processes and approaches the subject of continuous improvement as a mean to increase the effectiveness of the system quality implemented at INPE and suppliers of products that integrate the satellites of the CBERS program. The work concludes with recommendations for improving the overall management of the product assurance and its interface with project management.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 - Modelo para custo ótimo da qualidade: (a) processo tradicional, (b) processo atual.....	7
Figura 2.2 - Atividades de melhoramento e aumento da conscientização sobre qualidade	9
Figura 2.3 - Custo e cronograma correlacionados com o esforço da engenharia de sistemas.....	12
Figura 2.4 - Estrutura de custos da ECSS.....	13
Figura 3.1 - Ciclo de Vida dos satélites CBERS <i>Versus</i> Custos da Qualidade.....	18
Figura 3.2 - Custos da qualidade.....	19
Figura 3.3 - Cotação do dólar período 1995 a 2003.....	35
Figura 4.1 - Processo ECR.....	39
Figura 4.2 - Processo NCR/ Waiver/Desvio.....	41
Figura 4.3 - Custo da Não Qualidade dos Subistemas CBERS-1&2.....	52
Figura 5.1 - Natureza das ECR's (CBERS-1&2).....	53
Figura 5.2 - Origem das NCR's (CBERS-1&2).....	54
Figura 5.3 - ECR's do satélite CBERS-1.....	55
Figura 5.4 - NCR's do satélite CBERS-1.....	56
Figura 5.5 - ECR's do satélite CBERS-2.....	57
Figura 5.6 - NCR's do satélite CBERS-2.....	57
Figura 5.7 - NCR do CBERS-1 <i>versus</i> CBERS-2.....	58
Figura 5.8 - ECR CBERS-1 <i>versus</i> CBERS-2.....	58
Figura 5.9 - Custo da Qualidade CBERS-1&2.....	60
Figura 6.1 - Modelo Básico sobre Custo de Processo.....	61
Figura 6.2 - Processo da Garantia do Produto.....	64
Figura 6.3 - Modelo de custo do subprocesso ECR.....	64
Figura 6.4 - Modelo de custo do subprocesso NCR/Waiver/Desvio.....	66
Figura 6.5 - Tratamento de NCR modificado.....	68

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 2.1 - Quadro comparativo entre as normas BSi 6143 (1990, 1992) e NBR ISO 9004 (2010).	16
Tabela 3.1 - Total gasto no programa CBERS-1&2, percentuais por segmento.....	17
Tabela 3.2 - Atividades comuns relacionadas ao custo da qualidade por categoria.....	21
Tabela 3.3 - Distribuição percentual dos elementos de custo para os testes ambientais.32	
Tabela 3.4 - Elementos de custo para cálculo de uma Não-Conformidade.....	32
Tabela 3.5 - Elementos de custo para cálculo de uma ECR.	33
Tabela 4.1 - Quantidade de ECR e NCR do CBERS-1.	42
Tabela 4.2 - Quantidade de ECR e NCR do CBERS-2.	43
Tabela 4.3 - Quantidade de re-projetos (ECR) do CBERS-1&2	44
Tabela 4.4 - Quantidade de NCR dos materiais e componentes eletro-eletrônicos do CBERS-1&2.	45
Tabela 4.5 - Quantidade de NCR das modificações de processo do CBERS-1&2.	45
Tabela 4.6 - Quantidade de NCR de variabilidade na fabricação do CBERS-1&2.	46
Tabela 4.8 - Quantidade de NCR operacional do CBERS-1&2.....	47
Tabela 4.9 - CT _{NQ} CBERS-1&2 e custo parcial de cada subsistema.	51
Tabela 6.1 - Modelo de custo de processo para um departamento típico da garantia da qualidade.	62
Tabela 6.2 - Análise do processo ECR segundo os custos das atividades <i>conforme</i> e <i>não conforme</i>	65
Tabela 6.3 - Análise do processo NCR segundo os custos das atividades <i>conforme</i> e <i>não conforme</i>	67
Tabela A.1 - Matriz de atividades da qualidade <i>versus</i> interface com usuários (internos e externos).	80

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIT	Assembly Integration and Test
BS	British Standard
CBERS	China Brazil Earth Resources Satellite
CDR	Critical Design Review
CI	Circuito Integrado
COC	Custo Conforme
CONC	Custo Não Conforme
ECN	Engineering Change Notice
DCS	Data Collection Subsystem
ECR	Engineering Change Request
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
EEE	Electrical, Electronic, Electromechanical
EGSE	Electrical Ground Support Equipment
EMI/EMC	Electromagnetic Interference / Electromagnetic Compatibility
ES	Engenharia de Sistemas
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
FRR	Flight Readiness Review
GP	Garantia do Produto
Hh	Homem-hora
HLR	High Level Requirement
HW	Hardware
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISO	International Standard Organization
LIT	Laboratório de Integração e Testes
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
ME	Modelo de Engenharia
MGSE	Mechanical Ground Support Equipment

MIP	Mandatory Inspection Point
MQ	Modelo de Qualificação
MRE	Modelo Rádio Elétrico
MT	Modelo Térmico
MRR	Manufacturing Readiness Review
MTE	Modelo Térmico Estrutural
MV	Modelo de Voo
NCR	Nonconformance Report
NiCd	Níquel Cádmio
NBR	Norma Brasileira
NRB	Nonconformance Review Board
OAS	Operation Anomaly System
PAF	Prevenção, Avaliação e Falha
PCB	Printed Circuit Board
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
PDR	Preliminary Design Review
PDCA	Plan, Do, Control and Act
PMPCB	Parts, Materials and Process Control Board
PRB	Problem Review Board
PSS	Power Supply Subsystem
QR	Qualification Review
RFW	Request for Waiver
SCD	Satélite de Coleta de Dados
SRR	System Requirements Review
SW	Software
TQM	Total Quality Management
TT&C	Telemetry, Tracking, and Command
WFI	Wide Field Imaging

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo.....	2
1.2. Motivação.....	3
1.3. Organização do Trabalho	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Modelo P-A-F e melhoramento contínuo	7
2.2. Visão sobre o custo da qualidade segundo vários autores	10
2.3. Esforço de engenharia de sistemas e seu resultado em custo e cronograma.....	11
2.4. Elementos de custo segundo a norma ECSS-M-ST-60	13
2.5. Sobre as normas BSi 6143 (1990, 1992) e ABNT NBR ISO 9004	15
3. PROCEDIMENTOS E METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DAS FALHAS (NCR e ECR) DOS SATÉLITES CBERS-1&2	17
3.1. Modelo P-A-F e considerações na fabricação de satélites.....	18
3.1.1. Custos de prevenção.....	19
3.1.2. Custos de avaliação	19
3.1.3. Custos de falhas internas (Não-Conformidades)	19
3.1.4. Custos de falhas externas (Não-Conformidades).....	19
3.2. Tipos de custos de falhas (internas e externas)	19
3.3. Processos para tratamento das modificações de engenharia e de Não- Conformidades dentro da Garantia do Produto do INPE.....	21
3.4. Relação entre o custo da não qualidade e o custo recorrente.....	24
3.5. Custo não conforme de subprocesso interno da Garantia do Produto com base na norma BSi 6143 (1992).....	25
3.6. Procedimento	26
3.7. Método para estimação de custo de NCR e ECR.....	28
3.7.1 Formulação para o cálculo do custo de NCR e ECR.....	32
4. DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DA NÃO QUALIDADE DO PROGRAMA CBERS-1&2.....	37
4.1. Procedimento para Modificações de Engenharia (ECR)	37
4.2. Procedimento para Não-Conformidades (NCR)	40
4.3. Não-Conformidades maiores que tiveram grande impacto para correção do problema e com custo bem acima do previsto	48

4.4. Custo da não qualidade dos satélites CBERS-1&2 <i>versus</i> custo total do segmento satélite	51
5. ESTUDO COMPARATIVO DOS REGISTROS DA NÃO QUALIDADE DOS SATÉLITES CBERS-1&2.....	53
6. INDICAÇÃO DOS CUSTOS NÃO CONFORMES NOS SUBPROCESSOS ECR E NCR DA GARANTIA DO PRODUTO E UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE A DINÂMICA DO CUSTO DA QUALIDADE	61
7. CONCLUSÕES	71
7.1. Recomendações.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICE A	79
INTERFACES DA GARANTIA DO PRODUTO COM OS USUÁRIOS	79
APÊNDICE B.....	81
TABELAS DAS NÃO-CONFORMIDADES DOS SUBSISTEMAS ESTRUTURA, PSS, TT&C, DCS E WFI (CBERS-1&2)	81
APÊNDICE C.....	133
TABELAS DAS ECR'S DOS SUBSISTEMAS ESTRUTURA, PSS, TT&C, DCS E WFI (CBERS-1&2).....	133
ANEXO A - SEQUÊNCIA E FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES DE RETRABALHO DOS CONVERSORES DC/DC – CBERS-2 (CB – REV- 040)	149

1. INTRODUÇÃO

O grupo ou time de gerenciamento de projetos, juntamente com a sua engenharia de sistemas, deverá, durante a fase de concepção e desenvolvimento de um satélite, atender aos requisitos da missão.

Para essa tarefa, o gerenciamento de projeto buscará o equilíbrio entre as solicitações técnicas do projeto, o orçamento previsto, a qualidade esperada e o prazo necessário para a consecução do projeto.

Este trabalho concentrará seu foco nos custos das correções decorrentes das não-conformidades, falhas e modificações corretivas de engenharia e seus impactos no gerenciamento de projetos.

Ao longo destas duas últimas décadas o programa encarregado da concepção, fabricação e testes dos satélites de maior importância para o INPE tem sido desenvolvido em parceria com a China, o CBERS, resultante de uma estratégia que visa implantar soluções para o sensoriamento remoto do território brasileiro em consonância com as políticas ambientais internacionais de preservação do meio ambiente e de busca pelo desenvolvimento sustentado.

Diante dos diferentes contextos econômicos pelos quais o programa CBERS tem passado ao longo dos mais de 20 anos de vigência do acordo bilateral Brasil-China (OLIVEIRA, 2009), e de situações de dificuldades orçamentárias vivenciadas durante esse período, seria conveniente aplicar as metodologias sobre custo da qualidade num programa dessa envergadura, de modo a aperfeiçoar o seu gerenciamento.

Neste contexto, a abordagem sobre investimento em prevenção para os problemas detectados pelos relatórios de Não-Conformidades e a busca pelo princípio de se fazer certo da primeira vez, ou da política de zero defeito, vêm atender a projetos com essa natureza.

Pensando nisso, e constatando a possibilidade de otimização de custo no projeto, decidiu-se aplicar a teoria sobre custo da qualidade considerando inicialmente o modelo

P-A-F (Prevenção, Avaliação e Falha), segundo a norma BSi 6143 (1990), de modo a avaliar e mensurar os custos relativos às correções das não-conformidades e custos decorrentes das modificações corretivas de engenharia, ou seja, apenas um dos elementos de custo (falhas) do modelo citado. Num segundo momento, trata-se da prevenção e avaliação através do custo dinâmico da qualidade em melhoramento contínuo.

Posto isto, é necessário saber de que ordem são esses custos relacionados às não-conformidades e modificações corretivas de engenharia, e se vale o esforço em aplicar as metodologias sobre custo da qualidade nos programas para desenvolvimento de satélites.

Para tanto, algumas questões devem ser colocadas:

- a) A dimensão do custo da falha (Não-Conformidade) e das modificações corretivas de engenharia é considerável?
- b) Uma vez dimensionados esses custos, quais ações poderiam ser tomadas para mitigá-los?
- c) Vale a pena investir no controle dos custos da qualidade?

1.1. Objetivo

Esta dissertação tem por objetivo apresentar uma análise de custos da não qualidade ou custos referentes às NCR/Waiver e ECR observadas nos processos e produtos desenvolvidos durante o projeto dos satélites CBERS-1&2 relativos à participação do INPE e demonstrar o peso desse custo no cômputo do custo total do segmento analisado do projeto.

Também apresentar uma avaliação sobre custo conforme e não conforme para tratamento das modificações corretivas de engenharia e das não-conformidades considerando uma interação mais profícua entre as atividades de engenharia de sistema

(requisitos), qualidade/configuração e gestão de projeto, com base na norma BSi 6143 (1992).

Finalmente, levantar uma discussão sobre custo dinâmico da qualidade em melhoramento contínuo, como proposta para medição da gestão da qualidade das empresas fornecedoras dos produtos que integram os satélites desenvolvidos para o programa CBERS.

1.2. Motivação

A prática pouco exercitada sobre lições aprendidas, aliada ao fato da existência de um banco de dados de longo período relativo às falhas (Não-Conformidades) e modificações corretivas de engenharia (ECR) na Garantia do Produto do INPE que ainda não analisado sob o ponto de vista de custo, levou a decisão de buscar extrair informações que pudessem de alguma forma contribuir para a melhoria da gestão da qualidade do programa CBERS.

Segundo Oakland (1989), a análise do custo da qualidade para verificação da eficácia do gerenciamento da qualidade contribui na indicação de melhorias em áreas problema, oportunidades, ganhos e ações prioritárias. Portanto, uma avaliação semelhante pode ser introduzida no sistema da qualidade estruturado há muito tempo e nunca verificado sob esse aspecto.

Indicadores de grande valia para a verificação de um sistema da qualidade implantado são os relatórios de Não-Conformidades e as solicitações de modificação corretiva de engenharia, que usualmente referem-se a erros cometidos.

Através deles pode-se mensurar e avaliar a capacidade do sistema da qualidade implantado quanto ao atendimento das especificações técnicas dos produtos, como também avaliar os custos incorridos na correção dos problemas.

Sob a óptica do modelo de custo da qualidade (prevenção, avaliação e falha), pode-se avaliar os impactos no custo total do projeto.

A gerência da qualidade poderá então ser capaz, dentro deste escopo, de fornecer resultados quantitativos e qualitativos referentes aos produtos e processos, que sejam compreensíveis e confiáveis para a gerência dos programas ou para outros envolvidos, permitindo assim analisar, conduzir e divulgar o desenvolvimento da qualidade.

1.3. Organização do Trabalho

Capítulo 1: Apresentação do tema a ser abordado e sua relevância dentro do gerenciamento de projetos ligados ao setor espacial.

Capítulo 2: É apresentada uma revisão bibliográfica baseada na teoria sobre custo da qualidade, as normas que tratam desse tema e estudos realizados nessa área que servirão para o desenvolvimento dessa dissertação.

Capítulo 3: Nesse capítulo é apresentado o procedimento e a metodologia adotados para a consecução desse trabalho e suas considerações.

Capítulo 4: Apresenta uma estimativa de custos baseada no tempo de trabalho (Hh), Material e Laboratórios despendidos na execução dos retrabalhos e análises de falhas decorrentes das Não-Conformidades, com base em dados de projeto e consulta com os especialistas dos subsistemas analisados, como também do tempo gasto (Hh) nas correções dos requisitos/especificações de projeto e seus impactos. Em suma, busca-se o custo inerente da Não Qualidade do projeto, e uma análise do peso desse custo em relação ao custo total do projeto.

Capítulo 5: Um estudo de caso é apresentado, comparando os custos incorridos em Não Qualidade entre os projetos CBERS-1&2, considerando as peculiaridades desses projetos e verificando as tendências identificadas.

Capítulo 6: Neste capítulo trata-se como exemplo um processo interno da Garantia do Produto segundo a norma BSi 6143 (1992) (Custo de Processo), já como uma recomendação dessa prática para o gerenciamento da qualidade. Ele também discute um modelo de custo dinâmico da qualidade em melhoramento contínuo, como proposição

para o tratamento das empresas fornecedoras de produtos que integram os satélites do programa CBERS.

Capítulo 7: Nele são apresentadas as conclusões, as propostas de modificação nos processos de controle da qualidade tendo como foco também a questão de custo como relevante e impactante no gerenciamento de projetos. Também, discute-se a importância desse assunto no tratamento com as empresas fornecedoras. Recomendações são apresentadas como base para novos estudos e um alerta para os gerentes de projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Será aqui tratada a questão das Não-Conformidades (NCR) e modificações corretivas de engenharia (ECR), ocorridas ao longo do desenvolvimento dos projetos CBERS-1&2, e seus desdobramentos e impactos em custo no gerenciamento de projetos.

A abordagem feita foi baseada na teoria sobre custo da qualidade com foco na não qualidade (ECR e NCR), chamadas aqui de falhas¹.

2.1. Modelo P-A-F e melhoramento contínuo

O modelo P-A-F apresentado por Gryna (1988), considera o custo total da qualidade como sendo a soma dos Custos de: Prevenção, Avaliação e de Falha (Interna e Externa).

As Figuras 2.1 e 2.2 ilustram respectivamente os conceitos sobre o modelo P-A-F estático e seu ponto ótimo relativo ao nível de qualidade desejado, enquanto a segunda mostra a ideia do melhoramento contínuo e a conscientização sobre a qualidade através dos esforços empreendidos na aprendizagem, treinamento e automação de processos.

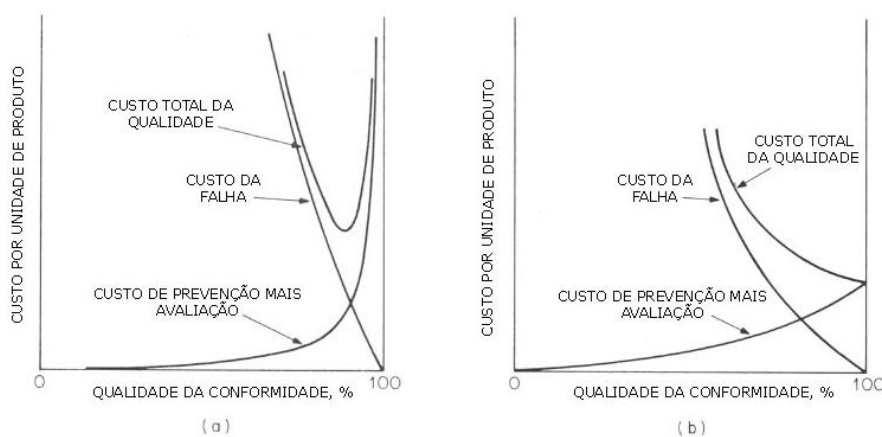


Figura 2.1 - Modelo para custo ótimo da qualidade: (a) processo tradicional, (b) processo atual.

Fonte: Adaptada de Gryna (1988).

¹ O conceito de falha será utilizado com o sentido mais amplo, não necessariamente falha funcional, mas relacionado à Não-Conformidade e a ECR, e erros de modo geral. Como exemplo: erros de desenho, de especificação, de projeto, de fabricação, de montagem, de testes e falhas em componentes eletroeletrônicos observados ao longo do desenvolvimento do projeto. Uma falha é uma Não-Conformidade, porém, o contrário nem sempre é verdadeiro.

A Figura 2.1 mostra as três curvas do modelo:

- O custo da falha: o custo é igual zero quando o produto é 100% bom, e cresce para o infinito quando o produto é 100% defeituoso. (observe que a escala vertical é custo por unidade boa de produto. Para 100% de produto defeituoso, o número de unidades boas é zero, e por isso o custo por unidade boa é infinito).
- O custo da prevenção mais avaliação: esses custos são zero para 100% de defeito, e crescem quando a perfeição é buscada, contudo o crescimento difere para os dois modelos.
- A soma das curvas 1 e 2, que forma a terceira curva, é chamada de “Custo Total da qualidade” e representa o custo total por cada unidade boa de produto.

O modelo (a) da Figura 2.1 representa as condições que prevaleceram durante a maior parte do Século XX, ou seja, de muita avaliação e menos prevenção. Por isso, o modelo mostra a curva de avaliação mais prevenção crescendo para infinito quando se busca a perfeição. Conseqüentemente, a curva de custo total cresce para o infinito (GRYNA, 1988).

No modelo (b) da Figura 2.1 a prioridade na prevenção tornou-se mais alta. As novas tecnologias reduziram as taxas de falhas dos materiais e produtos. A robótica e outros itens de automação reduziram os erros humanos durante a produção. Testes e inspeções automatizadas reduziram os erros de avaliação humana. Coletivamente esses desenvolvimentos resultaram na capacidade para buscar a perfeição a custos finitos (GRYNA, 1988).

Enquanto a perfeição é o objetivo óbvio de ciclos longo de vida do produto, ela não segue a perfeição dos objetivos econômicos para ciclos curtos de vida do produto. No modelo (a) da Figura 2.1 a curva de custo total busca um nível mínimo de perfeição para o ciclo curto.

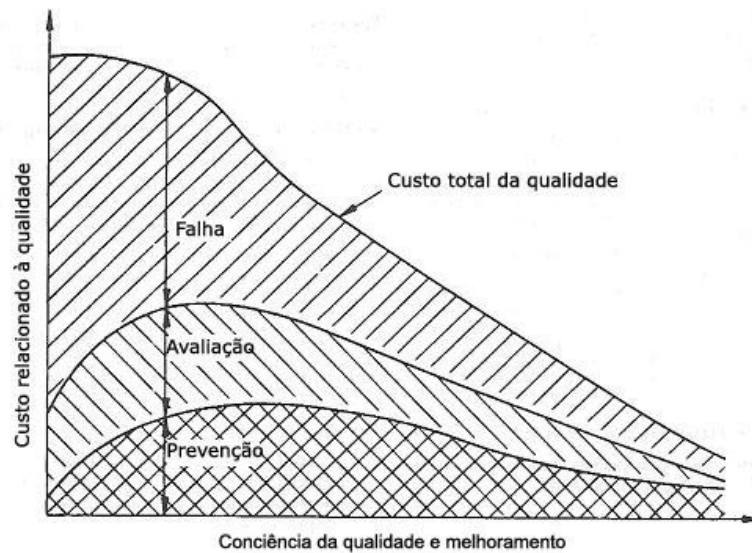


Figura 2.2 - Atividades de melhoramento e aumento da conscientização sobre qualidade
 Fonte: Adaptada de BSi 6143 (1990).

A Figura 2.2 mostra que onde a consciência da qualidade é baixa, o custo total da qualidade é alto e os custos das falhas são predominantes. Como o aumento da avaliação leva a investigação e consciência adicional, investimentos adicionais em prevenção são feitos para melhorar o projeto, processos e sistemas. Como as ações preventivas têm efeito, os custos das falhas e avaliação caem e conseqüentemente o custo total. A primeira apresentação do modelo P-A-F sugeria existir um ponto ótimo do nível de operação na qual os custos combinados estão no mínimo. O autor, contudo, não tinha descoberto ainda uma organização na qual o custo total tivesse crescido seguido de investimento em prevenção.

No Capítulo 3 alguns conceitos adicionais do modelo P-A-F serão apresentados, juntamente com a metodologia para a determinação dos custos da não qualidade.

No artigo intitulado *A dinâmica do custo da qualidade em melhoramento contínuo* (KIM; NAKHAI, 2008), é examinado o comportamento do custo da qualidade e investigada a visão contraditória entre os ideais da qualidade total (alta qualidade e baixo custo) e o modelo P-A-F, prevenção, avaliação e falha (alta qualidade e alto custo) e apresentado o conceito dinâmico incremental de melhorias ao longo do tempo através de um fator α (aprendizado de qualidade), ratificando a ideia sugerida por Oakland (1989) e na norma BSi 6143 (1992) de acordo com o sistema da qualidade total.

Conforme mostrado na revisão bibliográfica, o custo da qualidade tem hoje um enfoque diferenciado do modelo estático P-A-F. Introduzindo-se um conceito dinâmico através de incrementos de melhoria ao longo do tempo e medindo-se a efetividade dos programas de melhoramento.

2.2. Visão sobre o custo da qualidade segundo vários autores

Primeiramente, as ideias sobre custo da qualidade postuladas por Gryna (1988) referem-se à falta de qualidade nos produtos e serviços e são categorizadas como custos relativos às falhas internas (não-conformidades durante o processo de fabricação) e externas (pós-venda).

Crosby (1979), por sua vez, entende que a qualidade não tem custo e o que custa é a não qualidade, ou seja, a falta de qualidade. A qualidade é uma dádiva, mas ninguém saberá disso se não existir algum tipo de sistema de medida estabelecido. A qualidade sempre sofreu da falta de um método de medida. O primeiro método desenvolvido foi pela GE em 1950 como ferramenta para determinar a necessidade de ação corretiva numa linha específica de produto. A primeira grande empresa a usar um sistema de medida da qualidade, calculado e relatado foi provavelmente no programa da ITT instituído em meados dos anos 60, mostrando os custos de retrabalhos, sucatas, garantias, inspeções e testes. Isso levou a instalar um programa sofisticado de gerenciamento da qualidade, que cobria custos em áreas tais como: modificações de engenharia, instalações e fornecedores para fábricas em operação.

Feigenbaum (1988), já introduz uma metodologia e um estudo mais criterioso sobre como medir esses custos e controlá-los, analisando-os sob o aspecto do desempenho do sistema da qualidade implantado.

A ideia é medir os custos das atividades relacionadas à qualidade segundo as categorias de prevenção, avaliação e falhas durante o ciclo de desenvolvimento de um produto, e relatá-las periodicamente para as gerências de mais alto nível com base em custos relativos.

Com isso, mostrar a importância de mapear as atividades relativas à qualidade, medi-las através de um centro de custos adaptado para a medição das atividades relacionadas à prevenção, avaliação e falhas e ponderá-las com os custos recorrentes (ver Apêndice A).

Uma vez introduzido o conceito sobre controle dos custos da qualidade, a experiência mostrou que a efetividade do sistema da qualidade total no melhoramento dos produtos e serviços ocorre com a diminuição dos custos da qualidade. A razão para um resultado melhor da qualidade, vem da atividade centrada na prevenção ao contrário das atividades tradicionais em inspeção e testes.

2.3. Esforço de engenharia de sistemas e seu resultado em custo e cronograma

Outro aspecto importante a ser ressaltado na gestão da qualidade e suas implicações em custo e prazo é proveniente das modificações de engenharia e refere-se à engenharia de sistemas.

Como ilustração, a Figura 2.3 mostra o fator positivo do esforço da engenharia de sistema em controlar custos e prazos e reduzir as incertezas de um projeto.

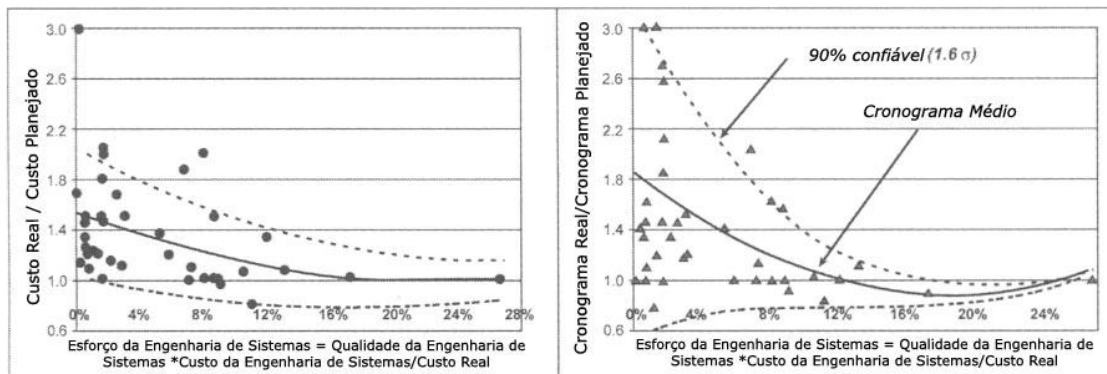


Figura 2.3 - Custo e cronograma correlacionados com o esforço da engenharia de sistemas.

Fonte: Adaptada de INCOSE (2010).

A Figura 2.3 mostra um estudo conduzido desde 2001 pela INCOSE, centro de excelência em Engenharia de Sistemas, pesquisando o retorno do investimento do esforço em Engenharia de Sistemas. Pode-se resumidamente avaliar com relação a custo e cronograma em função dos gráficos o seguinte:

- O custo diminui com o aumento do esforço da Engenharia de Sistemas, e parece minimizar por volta de 10% de esforço da ES.
- A variância no custo também diminui com o aumento do esforço. Para pequenos esforços da ES, um projeto tem dificuldade em prever seus resultados, que podem estar entre 0% (real = planejado) e 200% (real = 3 x planejado). A linha tracejada representa 90% de probabilidade quando assumindo uma distribuição normal.
- O cronograma também diminui com aumento do esforço da ES, e parece minimizar em algo por volta de 10% de esforço da ES, embora poucos dados existam para suportar um cálculo confiável. A linha cheia tende para uma curva de segunda ordem, através dos mínimos quadrados.

O resultado inicial desse estudo indica que o esforço da ES pode ser um fator positivo para controle de custo e cronograma e reduzir as incertezas de projeto.

2.4. Elementos de custo segundo a norma ECSS-M-ST-60

A norma europeia ECSS-M-ST-60 (2008), versa sobre o tema “space product management/cost and schedule management”, e tem sua estrutura de custos reproduzida na Figura 2.4.

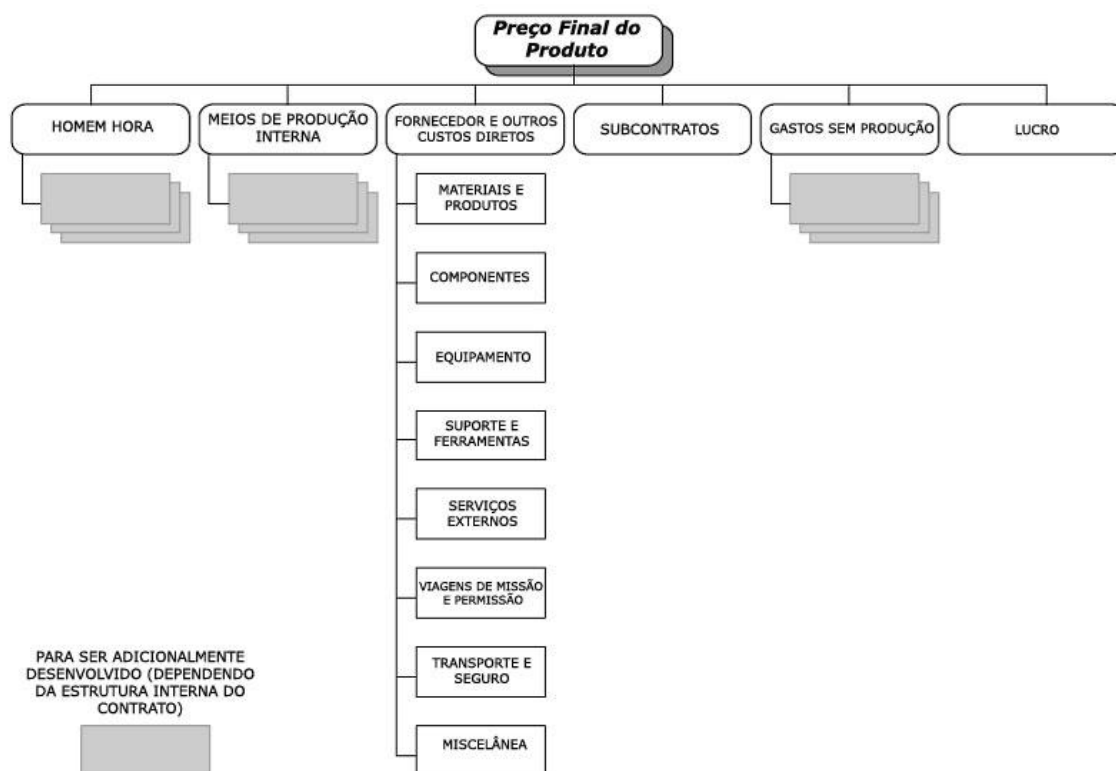


Figura 2.4 - Estrutura de custos da ECSS.

Fonte: Adaptada de ECSS (2008).

As principais categorias aplicáveis, de acordo com a Figura 2.4 são:

- 1) Custos diretos da força de trabalho: é o custo em homens-hora (Hh) a ser alocado diretamente no projeto nas taxas acordadas. A unidade de trabalho usada é o homem-hora, e taxas horárias específicas são aplicadas. Essa quantidade de

tempo é expressa ou em categoria Hh aplicada, ou pelo custo interno empregado, de acordo com os princípios e métodos de controladoria usuais da empresa.

- 2) Meios internos de produção: esses são meios técnicos especializados que representam, por exemplo, computadores e salas de integração, para as quais a unidade padrão para as taxas de custos foram estabelecidas. A unidade padrão deverá ser claramente definida.
- 3) Fornecimento e outros custos diretos: partes a serem incorporadas com ou sem transformação dentro do sistema, ou subcontratos em serviços relacionados a trabalhos de estudo ou de fabricação:
 - Materiais e produtos aplicados: matéria prima ou semi-acabados que estarão sujeitos a transformação e operações de montagem.
 - Partes: esses são os menores itens num equipamento, e são reconhecidos como partes indivisíveis. Eles podem ser padronizados ou específicos para projetos espaciais (p.ex. componentes EEE de alta confiabilidade). Em geral as partes são fornecidas pelo contratante ou por um agente de compras.
 - Equipamento: itens trabalhados tais como conjuntos, dispositivos e módulos que desenvolvem uma função completa, normalmente projetados por um contratado especializado para o benefício de um ou diversos compradores, para ser diretamente incorporado sem transformação em um grande conjunto com ou sem adaptação.
 - Serviços externos: serviços terceirizados, tais como aluguel de facilidades, serviços de computação, tratamento superficial, força de trabalho, etc.
 - Meios e ferramentas (EGSE, MGSE): facilidades, dispositivos, máquinas, instrumentos, consoles, racks de teste, contêineres, sensores, veículos de transporte que devem ser comprados para armazenar, testar e transportar os sistemas. Custos com aluguel e aquisição.

- Viagens e missões: custos com acomodação e transporte do pessoal envolvido diretamente nas atividades fora do local de trabalho.
- Transporte e seguro: custos com transporte e seguro dos itens despachados para integração em outro local.
- Miscelânea: todos os outros custos não citados acima que entram no custo de produção do trabalho (p.ex. reprodução de documentos, tradução, etc.).

É importante observar que os custos da qualidade não são diferentes de qualquer outro custo, como os de manutenção, projeto, vendas, operações de produção e outras atividades. Eles podem também ser orçados, medidos e analisados.

2.5. Sobre as normas BSi 6143 (1990, 1992) e ABNT NBR ISO 9004

As normas BSi 6143 formam, como exposto em seu título, um guia para a economia da qualidade. A NBR ISO 9004-1 trata do sistema de gestão da qualidade. Todas versam sobre temas com impacto direto nos sistemas da qualidade e em sua eficácia.

A Tabela 2.1 traz um quadro comparativo entre as normas BSi 6143 (1990, 1992) e NBR ISO 9004-1, indicando aquela que trata dos atributos elencados com maior propriedade para tratamento dos custos da qualidade.

Tabela 2.1 - Quadro comparativo entre as normas BSi 6143 (1990, 1992) e NBR ISO 9004 (2010).

Atributos\Normas	BSi 6143p1	BSi 6143p2	NBR ISO 9004-1	Recomendação/Indicação
Medida financeira do sistema da qualidade	Custo de Processo	Custo da Qualidade	Custo da Qualidade Custo de Processo Custo da Perda da Qualidade	BSi 6143p2
Custo da Qualidade	N/A	Custo Prevenção Custo Avaliação Custo Falha Interna Custo Falha Externa Custo Comparativo	Custo Prevenção Custo Avaliação Custo Falha Interna Custo Falha Externa	BSi 6143p2
Custo de Processo	Modelagem de Processo Custo Conforme Custo Não-Conforme Modelagem de Custo	N/A	Custo Conforme Custo Não-Conforme	A norma BSi 6143p1 faz uma abordagem sobre <i>ineficiências</i> do sistema da qualidade baseado no modelagem dos processos, considerando as atividades chave em COC e CONC.
Perda da Qualidade	N/A	N/A	Perdas Tangíveis: Retrabalho Reparo Garantia Perdas Intangíveis: Oportunidade Ineficiência sistêmica	
Relatório Financeiro	Relatório Custo de Processo	Relatório Comparação entre períodos. Razão típica: Comparação com outras despesas da empresa. Relatório baseado nas atividades típicas: Prevenção Avaliação Falhas Internas e Externas	Discutir a efetividade do sistema da qualidade. Identificar fraquezas e problemas no Sistema Qualidade. Formular objetivos sobre Custos da Qualidade.	Podemos mesclar as saídas aos assuntos conforme as normas ISO 9004 e BSi 6143 , de acordo com as necessidades ou requisitos.

3. PROCEDIMENTOS E METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DAS FALHAS (NCR e ECR) DOS SATÉLITES CBERS-1&2

Os custos computados no programa CBERS no Brasil (INPE) contabilizam os valores mostrados na Tabela 3.1.

Os custos referentes ao segmento espacial (Satélites), os quais podem ser usados como base de comparação para esse trabalho, perfazem um total de aproximadamente R\$ 72 milhões de dólares, que representam 52% do custo total do lado brasileiro para o desenvolvimento dos vários segmentos das missões dos satélites CBERS-1&2.

Tabela 3.1 - Total gasto no programa CBERS-1&2, percentuais por segmento.

SEGMENTO	Custo \$	%
SATÉLITES	71.905,53	52,88%
LANÇAMENTOS	18.202,75	13,39%
SOLO	11.377,30	8,37%
AIT	8.951,35	6,58%
INFRAESTRUTURA	15.140,86	11,14%
OUTROS	10.390,21	7,64%
TOTAL (US\$ mil)	135.968,00	100%

Fonte: Perez (2004).

O que se pretende é analisar e estimar os custos das falhas com base em dados de projeto e consultas com especialistas das áreas, referentes às Não-Conformidades e modificações corretivas de engenharia (ECR) dos satélites CBERS-1&2 e, desse modo, ponderá-los em relação ao segmento mencionado.

Na Figura 3.1 é apresentado o ciclo de desenvolvimento de um satélite e suas fases associadas às categorias de custos da qualidade segundo o modelo P-A-F.

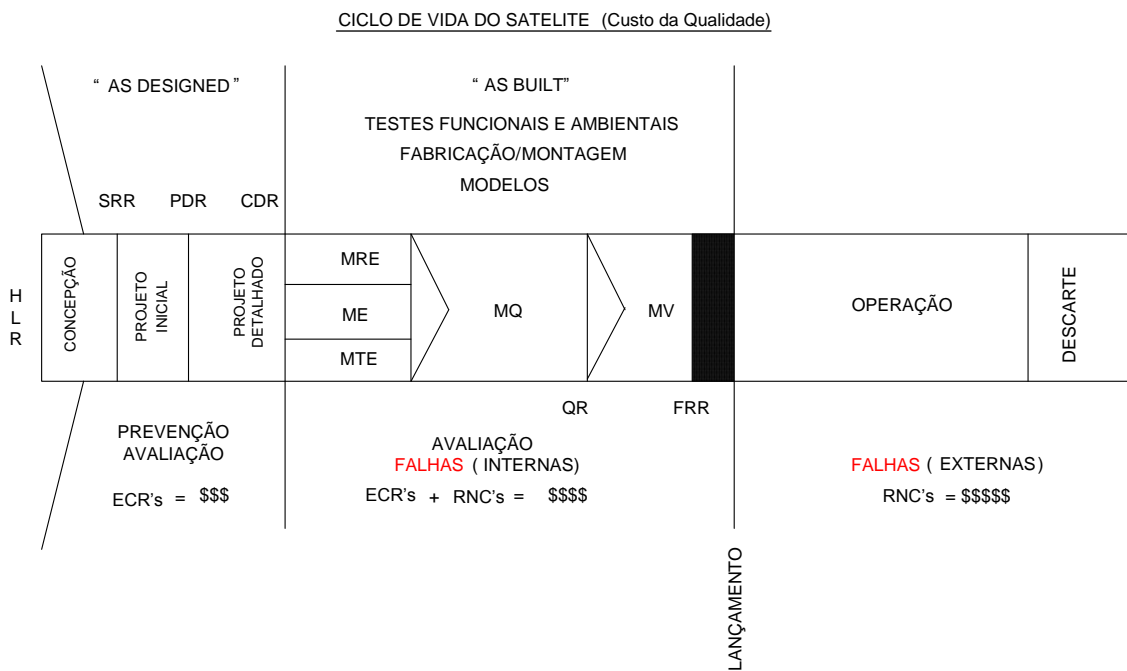


Figura 3.1 - Ciclo de Vida dos satélites CBERS *Versus* Custos da Qualidade.

Grosso modo, identificadas as categorias de custos da qualidade segundo o modelo P-A-F ao longo do ciclo de vida do satélite, o próximo passo é focar nos custos referentes às falhas.

3.1. Modelo P-A-F e considerações na fabricação de satélites

Este modelo será utilizado com foco nas falhas (NCR's) e modificações corretivas de engenharia (ECR's) para estimar os custos da não qualidade referentes aos projetos CBERS-1&2.

Custos Inevitáveis (Investimentos) = Custo de Prevenção + Custo de Avaliação

Custos Evitáveis = Custos de Falhas Internas + Custos de Falhas Externas

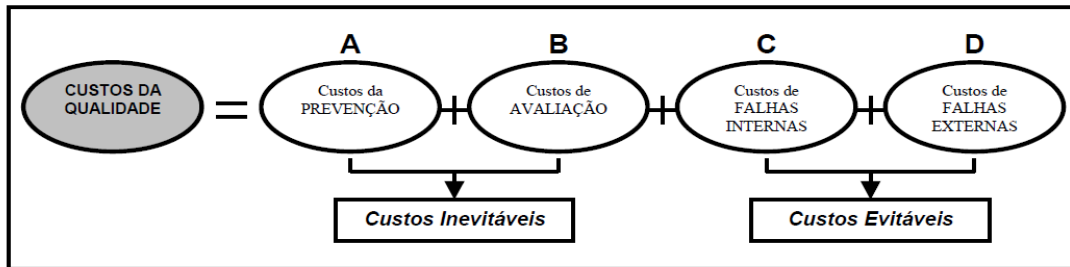


Figura 3.2 - Custos da qualidade.

Fonte: Toledo (2002).

3.1.1. Custos de prevenção

Os custos de prevenção estão associados aos custos de gerenciamento da qualidade, planos da qualidade, normatização, análise de confiabilidade, FMEA, revisões de projeto, qualificação de processos e fornecedores, treinamento e auditorias.

3.1.2. Custos de avaliação

Os custos de avaliação estão associados aos testes e inspeções de recebimento (dispositivos mecanismos, componentes eletroeletrônicos, equipamentos fabricados), MIP, calibração e aferição dos instrumentos de medição, testes funcionais “*in process*”, testes ambientais de qualificação e aceitação (vibração, choque mecânico, termo-vácuo, EMI/EMC) e revisão de documentação.

3.1.3. Custos de falhas internas (Não-Conformidades)

Os custos das falhas internas estão associados ao reprojetado, refugos (sucatas), retrabalhos, análise de falhas, re-inspeções, re-testes funcionais e re-testes ambientais.

3.1.4. Custos de falhas externas (Não-Conformidades)

Os custos das falhas externas estão associados às falhas operacionais do satélite em órbita, ou seja, após a entrega ao cliente.

3.2. Tipos de custos de falhas (internas e externas)

Estes custos são assim classificados:

- **Custos de reprojeção:** estão associados às solicitações de modificações corretivas de engenharia, e correção de documentação (ECR).
- **Custos de materiais e componentes eletroeletrônicos:** estão associados às Não-Conformidades/Waivers verificadas pelo não atendimento dos requisitos de qualidade para uso espacial.
- **Custos de modificação de processo:** estão associados às Não-Conformidades/Waivers decorrentes de processos falhos onde se observa o não cumprimento dos requisitos técnicos e de qualidade para uso espacial.
- **Custos de variabilidade na fabricação:** estão associados às Não-Conformidades/Waivers de fabricação e projeto que não atendem os valores de tolerância especificados para medidas físicas e classificados como menores (usar como está).
- **Custos de modificação do software:** estão associados às Não-Conformidades/Waivers registradas durante a validação e aceitação dos softwares embarcados nos subsistemas que não atendem aos requisitos/especificações estabelecidos.
- **Custos de re-testes:** estão associados às Não-Conformidades/Waivers provenientes dos resultados de testes funcionais e ambientais que não atendem aos requisitos/especificações.
- **Custos operacionais (satélite em operação):** estão associados às Não-Conformidades (OAS) referentes às falhas observadas nos sistemas durante a operação do satélite e suas consequências no planejamento da missão, além dos impactos ambientais nas operações de descarte (satélite fora de uso).

Esse conjunto de custos de falhas (Não-Conformidades) e modificações de engenharia (ECR) compõe um dos elementos de custo da qualidade verificados no desenvolvimento dos satélites do programa CBERS tratados nessa dissertação.

A maioria das atividades relacionadas ao custo da qualidade está mostrada na Tabela 3.2, e pode ser associada à fase de construção, integração e testes de satélites, a menos das reclamações e retornos, perdas de venda e penalidades legais que poderiam surgir em uma condição específica, como, por exemplo, para satélites de telecomunicações (serviços de internet, TV a cabo, dados, etc.).

Tabela 3.2 - Atividades comuns relacionadas ao custo da qualidade por categoria.

Custo de Prevenção	Custo de Avaliação	Custo de Falha Interna	Custo de Falha Externa
Controle de Processo	Inspeção de matéria prima	Refugo	Encargos com as garantias
Projeto e re-projeto de produto e serviço	Inspeção em processo	Retrabalho Reparo de equipamento	Reclamações e retornos
Projeto de processo	Inspeção Final	Falha em processo	Retrabalho nos retornos
Relações c/ fornecedores auditorias e <i>screenings</i>	Inspeção de material e serviço	Re-inspeção de produto	Perda de venda
Manutenção preventiva	Auditoria da qualidade	-	Penalidades legais
Círculos de qualidade e treinamento	-	-	-

Fonte: Adaptada de Kim e Nakhai (2008).

3.3. Processos para tratamento das modificações de engenharia e de Não-Conformidades dentro da Garantia do Produto do INPE

Solicitação de Modificação de Engenharia (ECR)

Esse processo tem a finalidade de controlar não só as modificações corretivas, mas também as alterações de escopo do projeto que ocorram durante o desenvolvimento do satélite. Nesse estudo serão consideradas as modificações corretivas.

Sua utilização se pronuncia com maior intensidade no início dos projetos, nas fases de concepção e projeto preliminar, diminuindo ao longo do desenvolvimento.

É natural que essas modificações ocorram e sejam processadas a tempo para que o projeto atinja aos requisitos técnicos estabelecidos, porém seu impacto em custo e prazo também devem ser medido e controlado do ponto de vista de gerenciamento.

O custo dessas modificações recai sobre os custos das falhas internas, ou seja, dentro do gerenciamento do projeto e seus fornecedores, uma vez que as falhas externas estão relacionadas com defeitos que ocorram após o lançamento do satélite.

Portanto, saber quanto custam essas modificações corretivas e seus impactos na configuração final do produto, torna-se uma preocupação para o gerente da qualidade, assim como atuar na prevenção e avaliação para evitar reincidências.

Posteriormente, será apresentado um tratamento diferenciado para as modificações de engenharia, de acordo com duas categorias estabelecidas para análise dos pedidos:

- Pedido de modificação de Ciclo Curto, ou seja, modificações relacionadas a erros de digitação, codificação do produto, formatação e composição de documentos.
- Pedido de modificação de Ciclo Longo, ou seja, modificações com impacto em requisitos/especificação e seus desdobramentos.

Relatório de Não-Conformidade (NCR)

Como dito anteriormente, esse processo/instrumento é determinante na qualidade do produto ou processo de fabricação, pois além de apontar falhas e defeitos de natureza técnica, ele deve também ser o instrumento iniciador de um processo de melhoria do tipo PDCA, uma vez constatada a reincidência do problema.

Como se trata de falhas e correções internas, no caso específico de satélites seus custos devem ser medidos e controlados pelo gerente da qualidade, não só para informar o

gerente do projeto, como também para medir o desempenho do sistema da qualidade implantado.

A classificação de uma Não-Conformidade tem demonstrado ser o ponto crucial para o seu tratamento, pois definida como sendo maior, sua consequência poderá ser impactante no projeto. Portanto, a definição do que é maior é extremamente importante para que não haja dúvida pelo fornecedor.

As demais Não-Conformidades serão classificadas como menores e passíveis de serem solucionadas pelo fornecedor do produto sem interferência do contratante, mantendo apenas seus registros para uma conferência futura.

São entendidas como maiores as Não-Conformidades relativas ao desempenho funcional, peso e volume, pois afetarão significativamente a configuração final do satélite.

De acordo com a norma ECSS-Q-ST-10-09C (2008), as Não-Conformidades maiores são aquelas que podem impactar os requisitos da missão nas seguintes áreas:

- Segurança das pessoas ou equipamentos.
- Qualquer requisito técnico e operacional imposto pelo contrato.
- Confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade.
- Vida útil.
- Intercambialidade dimensional e funcional.
- Interfaces com Hardware e Software reguladas por acordos do negócio.
- Mudanças ou desvios nos procedimentos aprovados para testes de aceitação e qualificação.
- Itens específicos de projetos a serem descartados.

Uma vez classificadas as Não-Conformidades como maiores ou menores segundo a sua severidade e consequências técnicas, inicia-se um processo de correção e prevenção.

Isto implicará em impactos no custo e no prazo, daí a necessidade de haver uma sinergia entre a Garantia do Produto, a Engenharia de Sistemas e a Gestão de Projeto para controle e medição dos índices de desempenho dos fornecedores e seu nível da qualidade.

Waiver/Desvio

Esse processo nada mais é do que a extensão da NCR, já com uma conotação mais comercial de compensação por perda. No caso do Waiver, trata-se de uma concessão pelo não cumprimento de um requisito, após análises e considerações feitas por um comitê de especialistas no assunto.

Já o Desvio está relacionado ao não cumprimento temporário de um requisito, e que será atendido posteriormente. Ambos com perda na eficiência de custo do projeto.

Com base nessas definições e uma vez aceito como importante o controle e medição desses custos, será introduzido no próximo capítulo a base para o seu levantamento.

3.4. Relação entre o custo da não qualidade e o custo recorrente

Para facilidade de entendimento na interpretação das informações, torna-se importante relacionar o Custo das Falhas e Modificações a outros valores com os quais a gerência está familiarizada no dia-a-dia. Desta forma, os custos levantados devem ser associados a uma base de comparação, de modo a refletir o desempenho do projeto em termos de custo sob diferentes perspectivas.

É importante salientar que os Custos da Qualidade por si só, como valores absolutos, fornecem informações pouco significativas; devendo, portanto, ser relacionados com outras medidas que indiquem de maneira dinâmica o desempenho do projeto (TOLEDO, 2002).

Algumas medidas básicas às quais se podem relacionar os custos das falhas e modificações são:

- a) Horas ou custo de mão de obra (Hh).
- b) Custo dos Materiais e Partes.
- c) Custo de laboratórios de testes e ensaios.

Exemplo:
$$\frac{\text{Custo de falhas (NCR/ECR) (no período considerado)}}{\text{Custo de desenvolvimento de projeto (no período considerado)}}$$

A abordagem da gestão atual é no sentido da análise de tendências e alocação dos recursos às três categorias de Custos da Qualidade (Prevenção, Avaliação e Falha), considerando-as globalmente, ao invés de considerar cada elemento individualmente (p.ex.: pessoal de inspeção, testes, etc.). O relacionamento básico entre as três categorias de custos da qualidade é demonstrar que investimentos em prevenção e avaliação podem reduzir os custos de falhas.

Como não há dados referentes aos custos de prevenção e avaliação, neste caso será tratada apenas a tendência de melhoria ou não para os dois satélites CBERS-1&2, fazendo um estudo comparativo entre os custos das falhas (Não-Conformidades) e modificações corretivas de ambos, uma vez que são praticamente iguais do ponto de vista da configuração e tecnologias utilizadas. Assim será possível analisar as tendências nas comparações entre os dois satélites.

Esse trabalho fará parte de um estudo comparativo entre os satélites CBERS-1&2 a ser desenvolvido no Capítulo 5 desta dissertação.

3.5. Custo não conforme de subprocesso interno da Garantia do Produto com base na norma BSi 6143 (1992)

No caso do programa CBERS, as atividades chave da Garantia do Produto podem ser elencadas da seguinte forma:

- Auditorias
- Revisões (PDR, CDR, MRR)
- MIP's
- Configuração: Modificações de engenharia (ECR's) e tratamento das NCR's, Waivers, Desvios e seus impactos
- Acompanhamento dos testes funcionais e ambientais (“In-Process”, LIT, AIT pré Lançamento)
- Partes, Materiais e Processos
- Confiabilidade

No Capítulo 6 será apresentada uma avaliação sobre o custo de processos de acordo com a norma BSi 6143 (1992) da atividade de Configuração: modificação corretiva de engenharia (ECR), Não-Conformidades (NCR), Desvios e Waivers.

3.6. Procedimento

- 1) Transcrição para planilha dos seguintes atributos das NCR's e ECR's, originalmente registrados em papel:

NCR:

- a) Número da NCR
- b) Origem/Deteção
- c) Maior/Menor
- d) Subsistema afetado
- e) Equipamento afetado

f) Impacto (Schedule, Custo, Requisito/Especificação)

g) Descrição

ECR:

a) Número da ECR

b) Documento de Referência

c) Natureza

d) Subsistema afetado

e) Equipamento afetado

f) Impacto (Schedule, Custo, Requisito/Especificação)

g) Descrição.

- 2) Estabelece-se o critério de ECR de *Ciclo Longo e Ciclo Curto*, segundo seu impacto e dificuldade de correção. As ECR's que tratam de modificações de texto, erros de digitação, codificação e formatação de documento, etc. foram tratadas como de Ciclo Curto, portanto com custos menores de correção. Já as de Ciclo Longo apresentam uma dificuldade maior de correção, pois impactam nos requisitos/especificações estabelecidos em contrato, conseqüentemente com custos maiores.
- 3) Após determinados os critérios de avaliação das NCR's e ECR's com base na dificuldade de correção, passa-se a quantificá-las segundo os elementos de custo considerados: quantidade de homem-hora para a correção dos problemas, tempo de testes funcionais/ambientais e materiais. Isto foi obtido por meio de consultas com os especialistas de cada subsistema analisado e das formulações expressas pelas Equações 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.

- 4) Os resultados são em seguida organizados em gráficos. Estes permitem analisar as ocorrências por subsistema, identificando os que tiveram um número maior de ocorrências de Não-Conformidades relativas ao projeto, fabricação, montagem ou teste. Com isso pode-se inferir sobre a causa e origem das ocorrências.
- 5) Em seguida comparam-se os custos levantados da Não Qualidade (NCR e ECR), com o custo do segmento espacial, para se avaliar o peso desses custos.
- 6) Com base no modelo de custo de processo pela BSi 6143 (1992), é então elaborada uma análise de um tópico dos assuntos que fazem parte do escopo da GP: *modificações de engenharia (ECR) e tratamento das NCR/Waiver/Desvio* com o intuito de avaliar os impactos em custo no gerenciamento de projetos.
- 7) Finalmente, propõem-se um método baseado no custo da qualidade já desenvolvido para o melhoramento contínuo da qualidade das empresas fornecedoras de produtos que integram os satélites do programa CBERS.

3.7. Método para estimação de custo de NCR e ECR

Segundo Martins (2003), os custos podem ser apropriados em custos Diretos e Indiretos. Os tempos estimados junto a especialistas das áreas analisadas para a solução de uma ECR e de uma Não-Conformidade, tanto Homem-hora (Hh) como horas de testes e miscelânea/material estão apontados nas Tabelas 3.4 e 3.5, além das considerações feitas a seguir que entraram no cálculo dos custos.

Isto posto, obteve-se em média os seguintes valores:

- Custos Indiretos (Gerenciamento)
 - a) Planejamento: o tempo necessário utilizando-se uma ferramenta (software do tipo Project, custeio por Activity Based in Cost), considerando todas as atividades e subsídios necessários para realização da tarefa de correção da Não-Conformidade/ECR é estimado em 10 Hh.

- b) Sistema: o tempo necessário utilizando-se uma ferramenta (software do tipo DOORS ou similar), considerando os desdobramentos de requisitos provenientes das modificações e correções, é estimado em 10 Hh.
 - c) Garantia do Produto: o tempo necessário para realização das reuniões CCB, NRB, PRB, *follow up* das ações geradas, mais a utilização de uma ferramenta (software do tipo Windchill ou similar), para o trabalho de atualização dos documentos afetados e o acompanhamento do trabalho de correção e relatórios de inspeção emitidos, é estimado em 20 Hh.
 - d) Miscelânea: o custo atribuído ao controle e emissão da documentação das análises, procedimentos e relatórios para a solução do problema, máquinas copiadoras, computadores, papel, viagens, instalações, energia elétrica, para (NCR_{MAIOR} e ECR_{CL}), é estimado em US\$ 250, e para (NCR_{MENOR} e ECR_{CC}) é estimado em US\$ 50.
- Custos Diretos
 - a) Engenheiro: o tempo necessário para propor uma solução e validá-la em laboratório é estimado em 40 Hh.
 - b) Técnico: o tempo necessário para implementar a solução proposta, montar o setup de teste e acompanhar todo o processo de retrabalho para correção do problema é estimado em 20 Hh.
 - c) Laboratório de teste funcional: o tempo necessário para realizar os testes funcionais no hardware/software de modo a verificar e validar a solução proposta é estimado em 10 Hh.
 - d) Laboratório de Teste Ambiental: o tempo necessário para realizar um re-teste ambiental de modo a confirmar o desempenho adequado do hardware/software é estimado em 10 Hh.

- e) Material²: o custo associado aos materiais e insumos utilizados para solução e correção do problema (NCR_{MAIOR} e ECR_{CL}) é estimado em US\$ 250, e para (NCR_{MENOR} e ECR_{CC}) é estimado em US\$ 50.

Considerações

- 1) Valor médio do salário/hora em dólares americanos no período considerado de maior intensidade do projeto dos satélites CBERS-1&2 (1995 a 2004) conforme as tabelas (TQ-004.62); (TQ-004.63); (TQ-004.65); (TQ-004.66); (TQ-004.67); (TQ-004.68); (TQ-004.69); (TQ-004.70); (TQ-004.71). Os valores estimados estão listados abaixo³.

(E) Engenheiro = 10,2 US\$/h

(AT) Assistente Técnico = 4,66 US\$/h

(T) Técnico Eletrônico/Mecânico = 4,66 US\$/h

(S) Engenheiro de Sistemas = 10,2 US\$/h

(P) Planejador = 10,2 US\$/h

(GP) Garantia do Produto = 10,2 US\$/h

(TF) Teste Funcional = 20 US\$/h

(TA) Teste Ambiental (Vibração e Vácuo Térmico/Qualificação) = 200 US\$/h

Para facilidade no levantamento dos custos, foram considerados na época apenas dois valores de salários no INPE de NS (Nível Superior) e NM (Nível Médio). Já para os

² Os Materiais são os dispositivos mecânicos (peças usinadas, parafusos, rebites, molas, resinas, nylon, fibra de vidro, arames, etc.) e eletrônicos (PCB, fios, solda, conectores, resistores, capacitores, indutores, CIs, transistores, diodos, etc.) necessários para solucionar o problema.

³ A taxa média de conversão de Dólar para Reais para o período 1995 a 2004 é de 1 US\$ = R\$ 1,82. A Figura 3.3, ao final do Capítulo, indica a forma com a média foi determinada.

serviços de engenharia contratados externamente, houve a multiplicação por um fator de 3, relativo a todos os encargos trabalhistas mais um lucro admissível de mercado.

- $Hh_{NS} = \text{US\$ } 10,2$ e $Hh_{NM} = \text{US\$ } 4,66$ (INPE)
- $Hh_{NS} = \text{US\$ } 31,0$ e $Hh_{NM} = \text{US\$ } 14,0$ (Iniciativa Privada), valor utilizado para o cálculo do CT_{NQ} no Capítulo 4

2) Custo de laboratórios para Testes Funcionais e Ambientais

- Lab. de Teste Funcional = R\$37,00 (20 US\$/h)
- Lab. de Teste Ambiental (Vibração/Qualificação) = 200 US\$/h
- Lab. de Teste Ambiental (Vácuo Térmico/Qualificação) = 200 US\$/h

Foi considerado um valor médio de 200 US\$/hora para os testes ambientais para simplificação de cálculo. Como a maioria das Não-Conformidades Maiores e/ou modificações corretivas de engenharia de ciclo longo passam por esses dois testes para validação da solução nas fases de qualificação e aceitação, foi considerado um valor médio entres os custos de teste de Vibração e Vácuo Térmico.

É preciso ressaltar que os valores apurados são relativos às amostras com características semelhantes, (em volume e massa, por exemplo). Também é necessário saber que o custo total de um teste ambiental vácuo térmico é da ordem de 10 vezes maior que um teste de vibração, pelo tamanho da equipe envolvida, insumos necessários (N_2 líquido) e duração do teste.

Os custos de re-testes estão associados na grande maioria aos testes de vibração e vácuo-térmico, refeitos após falhas ou Não-Conformidades observadas durante o processo de qualificação ou aceitação dos subsistemas. Na Tabela 3.3 encontra-se a distribuição percentual dos elementos de custo envolvidos nos ensaios de vibração e vácuo-térmico.

Tabela 3.3 - Distribuição percentual dos elementos de custo para os testes ambientais.

Teste Ambiental	Hh	Meios	Miscelânea
Vibração	60%	25%	15%
Vácuo Térmico	25%	25%	50%

Meios = Instalações, máquinas, equipamentos e instrumentos de testes.

Miscelânea = materiais, sensores, nitrogênio líquido, fitas adesivas, adesivo, fiação, conectores, mantas térmicas, etc.

3.7.1 Formulação para o cálculo do custo de NCR e ECR

A Tabela 3.4 mostra a quantidade de Hh das especialidades, das horas de testes e materiais/miscelânea necessários para correção das NCR's maiores e menores.

Tabela 3.4 - Elementos de custo para cálculo de uma Não-Conformidade.

Tipo NCR	ELEMENTOS DE CUSTO									
	Custo Indireto					Custo Direto				
	Gerenciamento					Eng. e Téc. (Hh)	Lab. Teste Func. e Amb.(h)		Mat. (US\$)	Custo Total
	Plan.	Sist.	GP	Misc. (US\$)						
Maior	10(Hh)	10(Hh)	20(Hh)	250	40	20	10	10	250	(3.1)
Menor	5(Hh)	5(Hh)	10(Hh)	50	20	10	5	n/a	50	(3.2)

Nota 1: O número de Hh indicado na tabela referente à GP nas NCR's Maior e Menor é sempre composto de Hh_{NM} mais Hh_{NS}.

Nota 2: O **n/a** que aparece nos testes ambientais para as NCR's menores, foi verificado segundo a amostra de NCR's analisadas, pode haver casos em que tenha sido necessário passar por testes ambientais, mas são exceções.

As equações abaixo calculam os custos das NCR's e ECR's através de um somatório de parcelas que incluem:

- tempo gasto vezes o tipo de Hh solicitado;
- horas de testes (funcional/ambiental) vezes custo de teste/hora;
- custos fixos provenientes de materiais e miscelânea, de acordo com os valores indicados nas Tabelas 3.3 e 3.4.

$$CNC_{MAIOR} = \Delta t(Ch_{NS}) + \Delta t(Ch_{NM}) + \Delta t(Ch_{TF}) + \Delta t(Ch_{TA}) + CF_1 \quad (3.1)$$

$$CNC_{MENOR} = \Delta t(Ch_{NS}) + \Delta t(Ch_{NM}) + \Delta t(Ch_{TF}) + CF_2 \quad (3.2)$$

Custo de uma ECR Ciclo Longo:

- Custo Indireto (Gerenciamento) e Direto:

Idem ao custo de uma NCR Maior

No caso de uma ECR de Ciclo Curto temos:

6 Hh_{NM} relativo ao trabalho da Garantia do Produto mais uma parcela de 50 US\$ relativo a miscelânea.

A Tabela 3.5 mostra a quantidade de Hh das especialidades, das horas de testes (funcional/ambiental) e materiais/miscelânea necessários para correção das ECR's de Ciclo Longo e de Ciclo Curto.

Tabela 3.5 - Elementos de custo para cálculo de uma ECR.

Tipo ECR	ELEMENTOS DE CUSTO									
	Custo Indireto				Custo Direto					
	Gerenciamento				Eng. e Tec. (Hh)	Lab. Teste Func. e Amb.(h)	Mat. (US\$)	Custo Total		
	Plan.	Sist.	GP	Misc. (US\$)						
CL	10(Hh)	10(Hh)	20(Hh)	250	40	20	10	10	250	(3.3)
CC	n/a	n/a	6(Hh)	50	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	(3.4)

Nota: O número de Hh indicado na tabela referente à GP nas ECR's de Ciclo Longo e Curto é sempre composto de Hh_{NM} mais Hh_{NS}.

$$CECR_{CL} = \Delta t(Ch_{NS}) + \Delta t(Ch_{NM}) + \Delta t(Ch_{TF}) + \Delta t(Ch_{TA}) + CF_1 \quad (3.3)$$

$$CECR_{CC} = \Delta t(Ch_{NS}) + \Delta t(Ch_{NM}) + CF_3 \quad (3.4)$$

Legenda:

CNC_{MAIOR} = Custo de uma Não-Conformidade Maior

CNC_{MENOR} = Custo de uma Não-Conformidade Menor

$CECR_{CL}$ = Custo de uma ECR Ciclo Longo

$CECR_{CC}$ = Custo de uma ECR Ciclo Curto

$\Delta t(Ch_{NS})$ = Tempo gasto para correção do problema vezes o custo/hora Nível Superior

$\Delta t(Ch_{NM})$ = Tempo gasto para correção do problema vezes o custo/hora Nível Médio

$\Delta t(Ch_{TF})$ = Tempo gasto de teste vezes o custo/hora de teste funcional

$\Delta t(Ch_{TA})$ = Tempo gasto de teste Ambiental vezes o custo/hora de Teste Ambiental

CF_1 = Custo Fixo dos insumos (Miscelânea/Material) necessários para a correção de uma ECR_{CL} ou NCR_{MAIOR}

CF_2 = Custo Fixo dos insumos (Miscelânea/Material) necessários para a correção de uma NCR_{MENOR}

CF_3 = Custo Fixo dos insumos (Miscelânea/Material) necessários para a correção de uma ECR_{CC}

Esse levantamento de custo foi baseado em estimativas junto a especialistas das áreas. Embora aproximados, pela dificuldade de se obter valores exatos, ainda assim eles permitem projetar uma magnitude significativa para os custos da não qualidade.

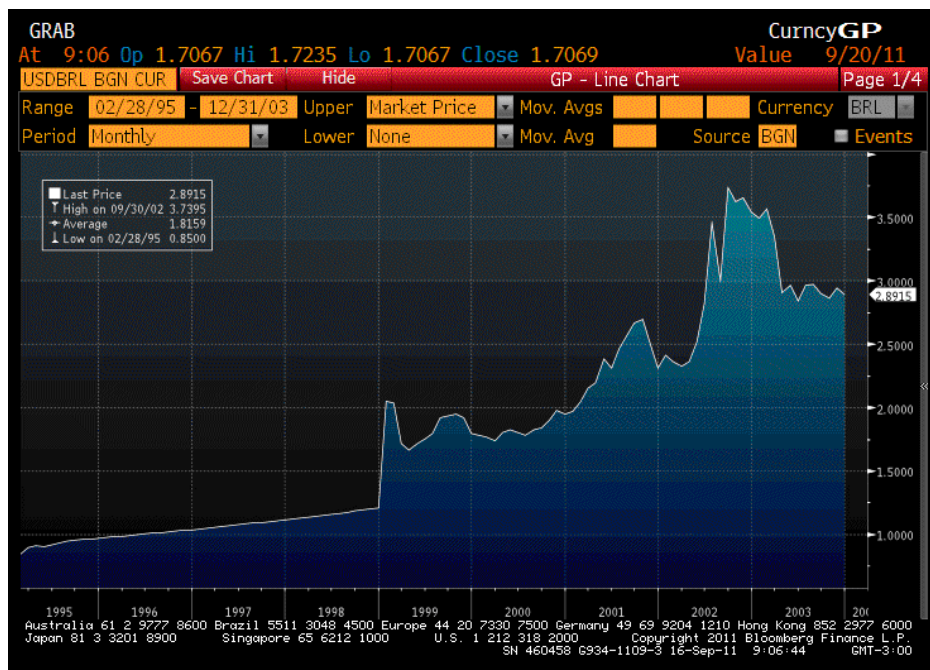


Figura 3.3 - Cotação do dólar período 1995 a 2003.

Fonte: Bloomberg (2011)

4. DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DA NÃO QUALIDADE DO PROGRAMA CBERS-1&2

Para entendermos a análise de custo realizada, devemos apresentar e descrever os processos relativos ao tratamento das ECR's e das NCR's/Waivers/Desvio.

Dentre os vários métodos conhecidos de estimação de custo, foi possível usar apenas a opinião dos especialistas e responsáveis por cada subsistema e, mediante considerações e explicações apresentadas no Capítulo 3, chegar aos números resultantes.

As Figuras 4.1 e 4.2 apresentam o fluxograma para o tratamento dos pedidos de modificação corretiva de engenharia (reprojeto) e para as NCR's/Waivers/Desvios, já com a abrangência disciplinar necessária para a condução da solução adequada do problema e ressaltando a questão do custo como essencial e decorrente da operação.

4.1. Procedimento para Modificações de Engenharia (ECR)

- 1) É feita uma solicitação de modificação de engenharia (ECR) através de um formulário padrão estabelecida para o programa CBERS.
- 2) A solicitação é processada e verificada por um centro de documentação, que verifica se o seu preenchimento está correto segundo os códigos de projeto e sua formatação adequada.
- 3) Depois, a ECR é encaminhada ao fiscal responsável pelo subsistema do satélite para verificação e anuência do pedido. Se não aprovada, será devolvida.
- 4) O responsável pela Garantia do Produto convoca um CCB, onde a solicitação será discutida por um comitê técnico, previamente convocado para a análise da modificação e seu impacto nos desdobramentos técnicos.
- 5) Caso a ECR seja uma modificação de ciclo curto (caminho azul), ou seja, modificações referentes a erros de digitação, codificação e composição de documentos, o centro de documentação fará o seu processamento, distribuirá a versão corrigida aos interessados e arquivará a ECR para controle num banco de

dados. Os custos dessas modificações de ciclo curto também devem ser computados.

- 6) *Caso a ECR seja uma modificação de **Ciclo Longo** (caminho vermelho), ou seja, modificações com impacto em requisito/especificação, esta deverá ter um acompanhamento pela engenharia de sistema, garantia do produto e gestão de projetos, além da notificação ao parceiro chinês e sua aprovação no caso de ECR de sistema.*
- 7) Após a conclusão da modificação, devidamente acompanhada pela equipe do INPE juntamente com a do fornecedor, seus custos e atrasos serão computados para uma análise futura.
- 8) Seguem então as alterações dos documentos afetados pela modificação, sua atualização e distribuição para os interessados e finalmente arquivamento para controle da ECR pela Configuração.

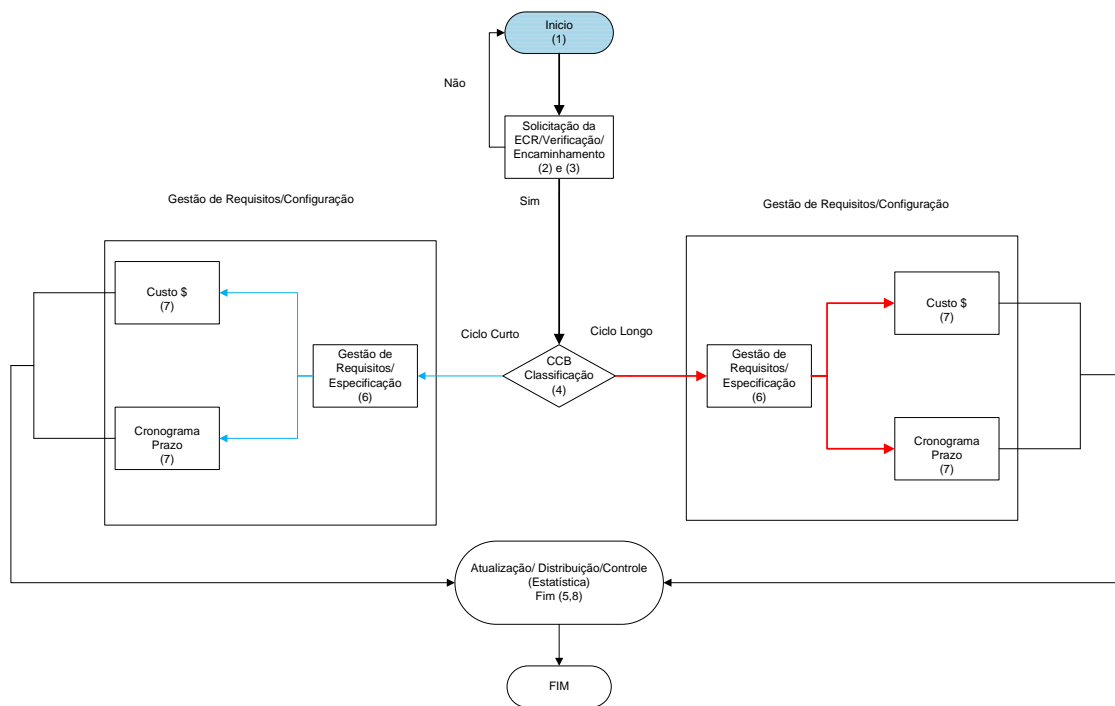


Figura 4.1 - Processo ECR.

De acordo com as atividades identificadas no processo ECR na Figura 4.1, há dois ciclos identificados:

- **Ciclo Curto** (caminho azul): correções de texto, formatações e verificação dos códigos da árvore do produto.
- **Ciclo Longo** (caminho vermelho): modificações de requisitos/especificações.

É necessário entender que as modificações corretivas de engenharia aqui mencionadas e estudadas estão relacionadas com as especificações mal elaboradas ou incompletas, que demandam correções, adequações e, conseqüentemente, desdobramentos que impactam em custo e prazo. Obviamente que as melhorias ou novas sugestões acrescentadas a um escopo de trabalho já contratado também terão impacto semelhante, mas nesse caso serão tratadas como alteração de escopo.

O fluxograma do processo ECR vigente na Garantia do Produto trata a maioria das modificações sem o devido tratamento de custo decorrente das modificações, ou de *ciclo curto* ou de *ciclo longo*.

Como já mencionado, a proposta desse trabalho é demonstrar o impacto dessas modificações em termos de custo no gerenciamento de projetos. Os elementos de custo para cálculo das ECR's foram descritos no Capítulo 3.

4.2. Procedimento para Não-Conformidades (NCR)

1. É feita a abertura de um relatório de Não-Conformidade (NCR) através de um formulário padrão estabelecido para o programa CBERS.
2. Seu processo inicia-se no centro de documentação, através da verificação se o seu preenchimento foi feito segundo os códigos de projeto.
3. A NCR deverá então ser encaminhada ao fiscal responsável pelo subsistema do satélite para verificação e anuência do relatório de Não-Conformidade. Se não aprovada, será devolvida.
4. O responsável pela Garantia do Produto convoca um NRB, onde será discutido por um comitê técnico multidisciplinar, previamente convocado para a análise do relatório e seu impacto nos desdobramentos técnicos.
5. No caso da NCR ser classificada como Menor de acordo com o seu critério, ela será tratada segundo o caminho em azul apresentado no fluxograma da Figura 4.2, observando que os custos provenientes de sua correção deverão ser computados.
6. *No caso da NCR ser classificada como **Maior**, ela será tratada segundo o caminho em vermelho apresentado na Figura 4.2. Seus impactos e desdobramentos deverão ter um acompanhamento pela engenharia de sistema, garantia do produto e gestão de projetos, além da notificação ao parceiro chinês e sua aprovação no caso de NCR de sistema.*

7. Após a conclusão da correção/modificação, devidamente acompanhada pelo staff do INPE juntamente com o fornecedor, os custos e atrasos verificados deverão posteriormente ser computados para uma análise futura.
8. Seguem então as alterações dos documentos afetados pela correção/modificação, sua atualização e distribuição para os interessados, e arquivamento para o controle da NCR pela Configuração.

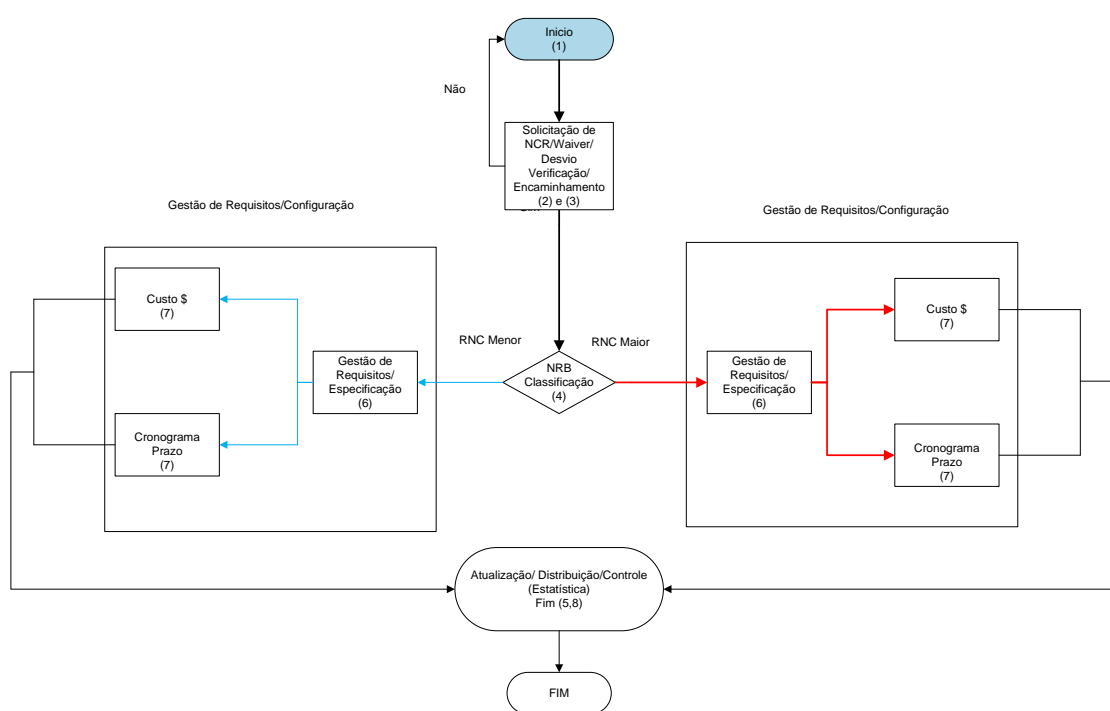


Figura 4.2 - Processo NCR/ Waiver/Desvio.

De acordo com as atividades identificadas no processo na Figura 4.2, há dois tipos de Não-Conformidade:

- **Não-Conformidade Menor** (caminho azul) segundo os critérios estabelecidos no NRB de retrabalhar ou reparar, devolver ao fornecedor, sucatear ou usar como está.
- **Não-Conformidade Maior** (caminho vermelho) segundo os critérios estabelecidos no NRB e no PMPCB.

O fluxograma da Figura 4.2 mostra o impacto em custo e prazo em termos de planejamento decorrentes das correções das falhas (NCR's) e seus desdobramentos na gestão de requisitos/especificações, associado também a ideia de função perda⁴ segundo Tagushi (1989), nas aceitações dos Desvios/Waivers. Estipuladas então essas premissas, inicia-se o levantamento dos custos das falhas enumeradas anteriormente com base nos processos ECR e NCR/Waiver/Desvio.

Os subsistemas de responsabilidade do INPE configurados nos satélites CBERS-1&2 aparecem nas tabelas a seguir, de acordo com os documentos CB-REV-035 (1999) e CB-REV-040 (2003).

Os Apêndices B e C resumem os dados tabulados segundo os atributos e os critérios de classificação das NCR's e ECR's dos satélites CBERS-1&2 que serviram como base para o cálculo dos custos.

Através das Equações 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 podem-se levantar os custos da não qualidade dos satélites CBERS-1&2.

A Tabela 4.1 condensa os dados das quantidades das ECR's e NCR's segundo o critério de ECR's de Ciclo Longo e Ciclo Curto e NCR's Maiores e Menores levantadas nas Tabelas dos Apêndices B e C dos subsistemas analisados, segundo a configuração do satélite CBERS-1 sob a responsabilidade do INPE.

Tabela 4.1 - Quantidade de ECR e NCR do CBERS-1.

Subsistema	Não Qualidade			
	ECR		NCR	
	CC	CL	Menor	Maior
Structure	3	2	131	10
Power Supply (PSS)	27	57	177	43
S-BAND TT&C	12	18	45	15
Data Collection Subsystem (DCS)	12	27	17	14
Wide Field Imager (WFI)	10	13	8	10
Total	64	117	378	92

⁴ A função perda pode ser definida como sendo a medição da perda associada à ausência da qualidade (ou desempenho fora do valor alvo) para cada um dos valores possíveis da característica de qualidade.

A partir da Tabela 4.1, o custo total apurado da Não Qualidade (ECR e NCR) para o satélite CBERS-1 foi de US\$ 1.008.878,40.

A Tabela 4.2 condensa os dados das quantidades das ECR's e NCR's segundo o critério de ECR's de Ciclo Longo e Ciclo Curto e NCR's Maiores e Menores levantadas nas tabelas B e C dos subsistemas analisados, segundo a configuração do satélite CBERS-2 sob a responsabilidade do INPE.

Tabela 4.2 - Quantidade de ECR e NCR do CBERS-2.

Subsistema	Não Qualidade			
	ECR		NCR	
	CC	CL	Menor	Maior
Structure	0	0	0	0
Power Supply (PSS)	1	1	132	8
S-BAND TT&C	0	1	3	6
Data Collection Subsystem (DCS)	0	1	0	0
Wide Field Imager (WFI)	0	0	0	0
Total	1	3	135	14

A partir da Tabela 4.2, o custo total apurado da Não Qualidade (ECR e NCR) foi de US\$ 149.838,60.

A seguir apresentam-se os custos apurados para os satélites CBERS-1&2 em função dos tipos de falhas elencadas no item 3.2. Elas não abrangem todos os tipos existentes no banco de dados da Garantia do Produto.

Custo de reprojeto

Está associado às solicitações de modificações corretivas de engenharia (ECR).

Tabela 4.3 - Quantidade de re-projetos (ECR) do CBERS-1&2.

Subsistema	Não Qualidade			
	ECR		NCR	
	CC	CL	Menor	Maior
Structure	3	2		
Power Supply (PSS)	50	36		
S-BAND TT&C	13	18		
Data Collection Subsystem (DCS)	21	19		
Wide Field Imager (WFI)	17	6		
Total	65	120		

Nota: Os números apresentados nas duas colunas são referentes a ECRs que resultam da avaliação das descrições das modificações com base nos critérios mencionados anteriormente sobre CC e CL e nas tabelas do Apêndice C.

O cálculo do custo total das ECR's foi realizado da seguinte forma:

- 1) Calculou-se o custo de uma ECR de **CC**, conforme a Equação 3.4.
- 2) Em seguida fez-se o mesmo para o cálculo de uma ECR de **CL** de acordo com a Equação 3.3.
- 3) O custo Total é igual à soma dos custos parciais de todas as ECR's de CC e de CL.

O custo total apurado para as ECR's foi de US\$ 440.332,00.

Custos de materiais e componentes eletro-eletrônicos

Está associado às Não-Conformidades/Waivers verificadas pelo não atendimento dos requisitos de funcionalidade para uso espacial.

Tabela 4.4 - Quantidade de NCR dos materiais e componentes eletro-eletrônicos do CBERS-1&2.

Subsistema	Não Qualidade			
	ECR		NCR	
	CC	CL	Menor	Maior
Structure				1
Power Supply (PSS)				15
S-BAND TT&C				
Data Collection Subsystem (DCS)				
Wide Field Imager (WFI)				
Total				16

Nota: Os custos nesse caso seriam os da substituição de um material/dispositivo mecânico ou componente eletroeletrônico defeituoso por um novo, mais as horas de trabalho de um engenheiro ou/e de um técnico para a troca.

Utilizando a Equação 3.1, a partir dos dados das tabelas do Apêndice B, obtém-se o custo de US\$ 57.747,20.

Custo de processo

Está associado às Não-Conformidades/Waivers decorrentes de processos falhos onde se observa o não cumprimento dos requisitos técnicos e de qualidade.

Tabela 4.5 - Quantidade de NCR das modificações de processo do CBERS-1&2.

Subsistema	Não Qualidade			
	ECR		NCR	
	CC	CL	Menor	Maior
Structure				0
Power Supply (PSS)				6
S-BAND TT&C				1
Data Collection Subsystem (DCS)				0
Wide Field Imager (WFI)				0
Total				7

Nota: Os números apresentados nas colunas NCR resultam de uma avaliação das descrições das Não-Conformidades com base nos critérios mencionados anteriormente sobre NC_{MENOR} e NC_{MAIOR} e nas tabelas do Apêndice B.

Utilizando a Equação 3.1, a partir dos dados das Tabelas do Apêndice B, obtém-se o custo de US\$ 25.264,40.

Custos de variabilidade na fabricação

Está associado às Não-Conformidades/Waivers de fabricação nas tolerâncias das medidas físicas, elétrica, classificadas como menores (usar como está).

Tabela 4.6 - Quantidade de NCR de variabilidade na fabricação do CBERS-1&2.

Subsistema	Não Qualidade			
	ECR		NCR	
	CC	CL	Menor	Maior
Structure			56	2
Power Supply (PSS)			68	27
S-BAND TT&C			54	12
Data Collection Subsystem (DCS)			9	15
Wide Field Imager (WFI)			2	2
Total			189	58

Nota: Essa variabilidade é a função perda, atribuída por Tagushi (1989), ou seja, o quanto a sociedade perde em termos de custo pelo fato de não se atingir a especificação alvo.

O cálculo do custo das NCR's foi realizado da seguinte forma:

- 1) Calculou-se o custo de uma NCR maior, conforme a Equação 3.1.
- 2) Em seguida fez-se o mesmo para o cálculo de uma NCR menor de acordo com a Equação 3.2.
- 3) O custo Total é igual à soma dos custos parciais de todas as NCR's, menor e maior.

O custo apurado foi de US\$ 333.053,00.

Custos de re-testes

Associados às Não-Conformidades/Waivers provenientes dos resultados de testes não atendidos pela especificação.

Tabela 4.7 - Quantidade de NCR dos re-testes do CBERS-1&2.

Subsistema	Não Qualidade			
	ECR		NCR	
	CC	CL	Menor	Maior
Structure				
Power Supply (PSS)				21
S-BAND TT&C				
Data Collection Subsystem (DCS)				
Wide Field Imager (WFI)				
Total				21

Utilizando a Equação 3.1, a partir dos dados das tabelas do Apêndice B, obtém-se que o custo apurado foi de US\$ 75.793,20.

Custos operacionais (satélite em operação)

Estão associados às Não-Conformidades das falhas observadas nos sistemas durante a operação do satélite e suas consequências no planejamento da missão.

Tabela 4.8 - Quantidade de NCR operacional do CBERS-1&2.

Subsistema	Não Qualidade			
	ECR		NCR	
	CC	CL	Menor	Maior
Structure				
Power Supply (PSS)				
S-BAND TT&C				
Data Collection Subsystem (DCS)				
Wide Field Imager (WFI)				1
Total				1

Nota: Foi avaliado como falha aleatória um curto na entrada do conversor DC/DC da WFI.

Utilizando a Equação 3.1, a partir dos dados das Tabelas do Apêndice B, obtém-se que o custo apurado foi de US\$ 3.609,20. Este seria o custo teórico, caso fosse possível corrigir esse equipamento em terra, naquela época.

É importante observar que este é um caso típico da inviabilidade de estimação do custo, uma vez que se trata de uma carga útil que deveria transmitir imagens do território brasileiro por um período previsto, de acordo com a confiabilidade do equipamento. Portanto, do ponto de vista de planejamento e substituição dessas imagens pelas geradas por outros satélites de sensoriamento remoto a fim de não impactar na cadeia de usuários, demandaria um esforço de alocação de recursos bem maior para seu remanejamento.

Custo de modificação de software

Está associado às Não-Conformidades/Waivers verificadas na validação e aceitação dos softwares embarcados nos subsistemas. Não é aplicável por não haver subsistema do INPE com software embarcado.

4.3. Não-Conformidades maiores que tiveram grande impacto para correção do problema e com custo bem acima do previsto

No CBERS-1 destaca-se a Não-Conformidade NCR N° 299 relativo à falha no material da cinta mecânica de interface de conexão entre o satélite e o cilindro adaptador do foguete Longa Marcha, a qual demandou recursos e tempo significativos para a sua correção.

Outra Não-Conformidade, a NCR N° 176, que também demandou tempo e recurso para sua correção foi a do mecanismo de calibração da câmera WFI.

Outra Não-Conformidade de grande relevância foi a da falha nos filtros capacitivos de EMI (*feed through*) dos conversores DC/DC (ref. NCR N° 405). Essa falha de componente foi verificada durante os testes de isolamento nos conversores DC/DC do subsistema de potência, após um incidente que ocorreu nas facilidades de integração na base de lançamento na China em 2002, pelo fato do satélite ter ficado exposto a umidade excessiva.

Nos testes de isolamento dos conversores DC/DC, observou-se uma baixa isolamento entre as linhas de potência e o chassi. Investigando-se o problema, constatou-se que os filtros

capacitivos existentes nos circuitos eletrônicos para minimizar efeitos de EMI apresentavam baixa isolamento, o que demandou, após testes e análises, a troca de todos esses componentes.

Considerou-se o problema em três etapas, dado o seu impacto em termos de planejamento para o levantamento estimado do custo dessa Não-Conformidade:

- Análise da Falha (ref.: CBD-ITRP-123).
- Aquisição de novos componentes e sua troca, testes funcionais e ambientais (ref.: CBD-IRTP-124, CB-REV-040 e o Anexo A).
- Logística.

Custo Direto:

1) Aquisição dos componentes (Feed Through):

- a) Pessoal: 2 engenheiros
- b) Tempo: 1 semana na Eurofarad (França)
- c) Diárias e viagens: US\$ 8.000,00
- d) Custo da aquisição de 1000 pcs (Feed Through): US\$ 57.841,65
- e) Custo total dos componentes com frete/seguro: US\$ 65.841,65

2) Desmontagem dos 20 conversores DC/DC e troca de todos os *feed through* no laboratório de sensores no INPE, Homem-hora necessário durante 2 meses de atividades:

- a) 4 engenheiros (352 Hh) = 1.408 Hh_{NS}
- b) 3 técnicos (352 Hh) = 1.056 Hh_{NM}
- c) Custo total: $(1408 \times 10,2 + 1056 \times 4,66) = \text{US\$ } 19.282,56$

3) Re-testes Funcionais e Ambientais:

- a) Testes Funcionais Elétricos de 20 conversores DC/DC (SN2 e SN3) = 800Hh

Acrescido de 1 engenheiro (US\$ 70,00/h) vezes 800 horas de testes realizados: $(800 \times 70 \text{ US\$}) = \text{US\$ } 56.000,00$

- b) Testes Ambientais: 20 testes de Vibração (10 Conversores DC/DC SN3 + 10 Conversores DC/DC SN2) e 10 testes de Termo Vácuo (20 Conversores DC/DC testados 2 a 2).

20 conversores vezes 200 US\$/h (custo médio da hora de vibração nível aceitação) vezes 4 horas tempo médio de duração do teste, logo:

Custo dos testes de Vibração/Aceitação = $(20 \times 200 \times 4) = \text{US\$ } 16.000,00$

20 conversores vezes 200 US\$/h (custo médio da hora de teste Vácuo Térmico em nível aceitação) vezes 50 horas de tempo de duração do teste (Obs. Para otimização de custo os testes foram realizados com 2 conversores de cada vez na câmara térmica de 250 litros, em um setup de teste funcional elétrico adequado), logo:

Custo dos testes de Vácuo Térmico/Aceitação = $(10 \times 200 \times 50) = \text{US\$ } 100.000,00$

Custo Indireto:

- 1) 20 conversores DC/DC ida/volta da China (frete)

a) 20 conversores DC/DC (SN2 e SN3) p/ importação = US\$ 17.539,17

b) 10 conversores DC/DC (SN2) p/ exportação = US\$ 7.744,15

c) 10 conversores DC/DC (SN3) p/ exportação = US\$ 7.744,15

Custo da Logística: US\$ 33.027,47

2) Análise da Falha: O tempo gasto para a análise e o mapeamento de todos os defeitos nos conversores

Nota: 1 diária = US\$ 280,00 ou US\$ 35,00/ hora

a) 6 engenheiros (50 Hh_{NS}) = 300 Hh

b) Custo total: (300 x 35) = US\$ 10.500,00

Custo Total (Direto + Indireto) do retrabalho = US\$ 300.651,68

O custo estimado dessa falha (Não-Conformidade) considerou apenas 3 elementos de custo (Hh, Material, Testes funcionais e ambientais). O custo decorrente dessa falha por parte da China em termos de mobilização de equipes técnicas, logística, transporte e materiais não foram considerados.

Prazo: Houve um atraso de praticamente um ano da data prevista inicialmente para o lançamento.

4.4. Custo da não qualidade dos satélites CBERS-1&2 *versus* custo total do segmento satélite

Na Tabela 4.9 mostra-se o custo parcial da não qualidade de cada subsistema analisado e o total em função do número de ECR's e NCR's levantados nas tabelas dos Apêndices B e C e com base nas Equações 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.

Tabela 4.9 - CT_{NQ} CBERS-1&2 e custo parcial de cada subsistema.

Subsistema	Não Qualidade				Subsistema Custo (US\$)
	ECR		NCR		
	CC	CL	Menor	Maior	
Estrutura	3	2	131	10	129.396,60
PSS	28	58	309	51	575.612,80
TT&C	12	19	48	21	180.851,20
DCS	12	28	17	14	164.049,00
WFI	10	13	8	10	89.360,40
Total	65	120	513	106	1.158.717,00

A Figura 4.3 resume os custos da não qualidade dos vários subsistemas analisados dos satélites CBERS-1&2.

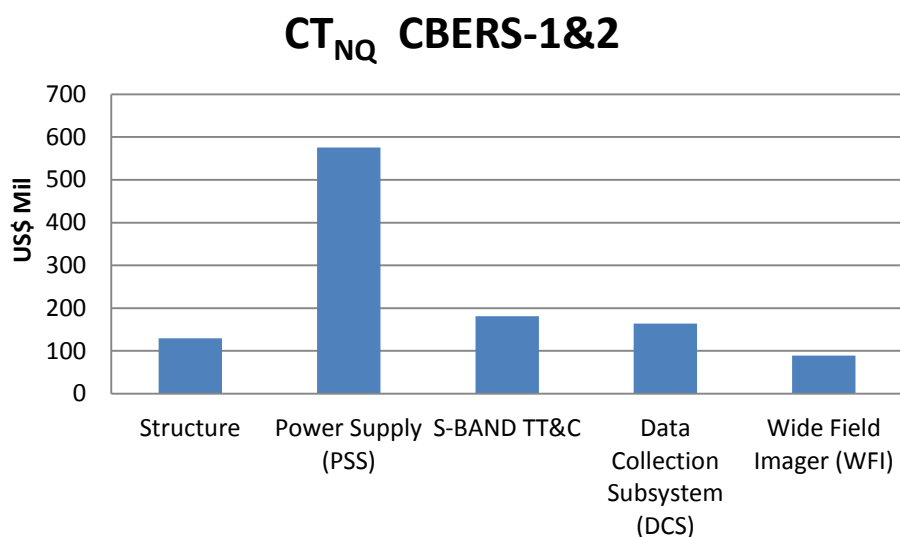


Figura 4.3 - Custo da Não Qualidade dos Subsistemas CBERS-1&2.

Portanto, comparando-se o valor total da Não Qualidade dos subsistemas analisados dos satélites CBERS-1&2, é possível verificar o que esse custo representava na época:

- O valor total das Não-Conformidades e ECR's (CT_{NQ}) apurado foi de US\$ 1.459.368,68, para um custo total do segmento satélites US\$ 71.905.000,53. Assim, a razão é de 2 % na época considerada.
- Por outro lado, se fosse considerado o custo do homem-hora realizado pela iniciativa privada, mais alto que o do INPE à época, o custo final da Não Qualidade subiria para US\$ 2.387.081,00 (considerando a relação de 1:3 no custo da mão de obra) o que representaria 3,3 % em relação ao custo total do segmento satélites.

Vale observar também que os custos das Não-Conformidades que tiveram grande impacto em custo e prazo, como os casos citados no item 4.3 da cinta mecânica e do mecanismo de calibração da câmera WFI não foram considerados nessa comparação. Caso fossem, a razão calculada anteriormente seria maior.

5. ESTUDO COMPARATIVO DOS REGISTROS DA NÃO QUALIDADE DOS SATÉLITES CBERS-1&2

Neste Capítulo faz-se um estudo comparativo entre os satélites CBERS-1 e CBERS-2 no que se refere a não qualidade, observando as particularidades de cada projeto conforme o acordo estabelecido entre o INPE e a CAST, e contemplando somente os equipamentos configurados e fornecidos pelo INPE. Com isso, apontam-se tendências relativas à melhoria ou não do sistema da qualidade implantado para o programa CBERS, sob a óptica do custo da qualidade com enfoque nas falhas (Não-Conformidades) e nas modificações corretivas de engenharia (ECR's).

A Figura 5.1 mostra a natureza das modificações solicitadas, técnicas ou contratuais, e seus desdobramentos em função do Ciclo da modificação (Curto ou Longo).

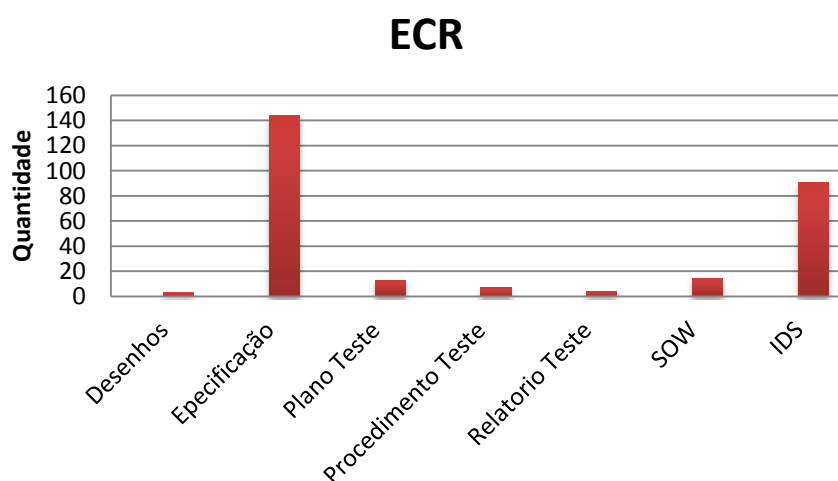


Figura 5.1 - Natureza das ECR's (CBERS-1&2).

A Figura 5.1 mostra a natureza das modificações registradas ao longo dos projetos CBERS-1&2 e evidencia onde os problemas mais se intensificaram. Neste caso constata-se que as Especificações e os documentos de interface (IDS) sofreram muitas mudanças.

Pelo fato de ser um projeto com características de missão diferentes das do primeiro satélite construído pelo INPE (SCD-1), a quantidade de modificações de engenharia verificadas tanto nas Especificações quanto nos documentos de interface são diretamente relacionáveis.

Observa-se no estágio inicial do projeto dificuldades na padronização da documentação técnica e na utilização da língua inglesa (adotada como oficial do projeto), que parece também ter contribuído para a quantidade verificada.

A Figura 5.2 mostra a origem das NCR's, onde os problemas foram localizados. É importante observar que a detecção de problema ocorre com maior frequência nas fases posteriores do desenvolvimento do produto.

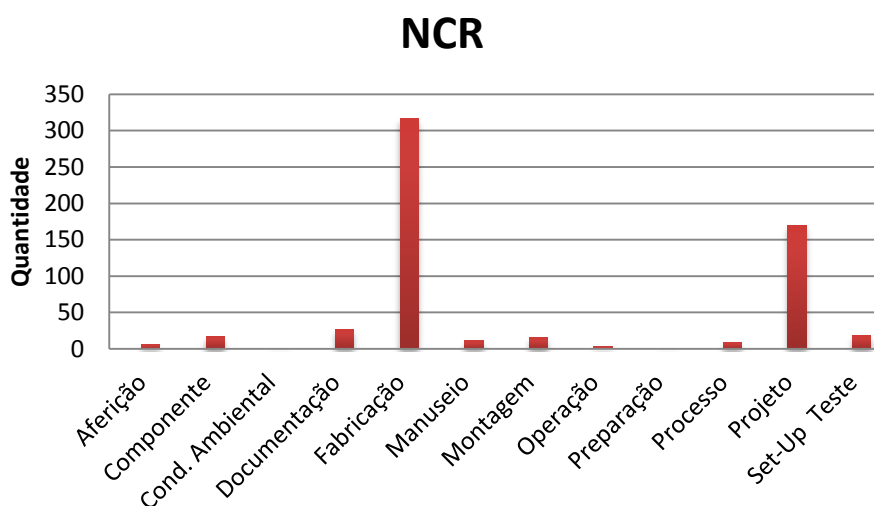


Figura 5.2 - Origem das NCR's (CBERS-1&2).

Na Figura 5.2 podemos observar as quantidades de relatórios de Não-Conformidades e verificar que as atividades de projeto e a fabricação tiveram os maiores índices de correção.

Nas tabelas dos Apêndices B e C verifica-se na fabricação um grande número de erros de desenho, de especificação, de montagem, de operação e de manufatura. No projeto

observa-se também um número acentuado de especificações e tolerâncias mal dimensionadas, tanto mecânicas como elétricas.

As Figuras 5.3 e 5.4 mostram respectivamente as ECR's e as NCR's geradas durante o desenvolvimento do satélite CBERS-1.

Os destaques em vermelho referem-se às ECR's de Ciclo Longo e RNC's Maiores, cujo custo de correção é maior que as ECR's de Ciclo Curto e NCR's Menores pela complexidade dos problemas.

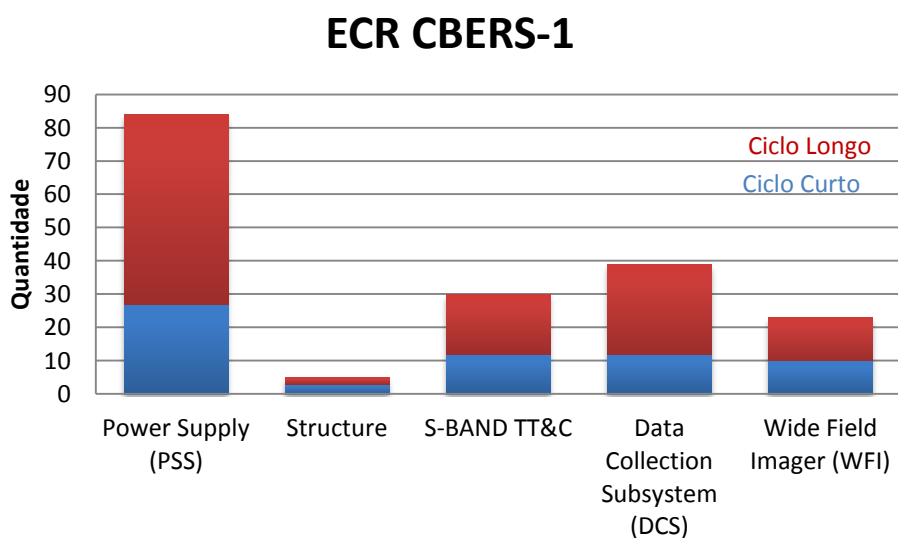


Figura 5.3 - ECR's do satélite CBERS-1.

NCR CBERS-1

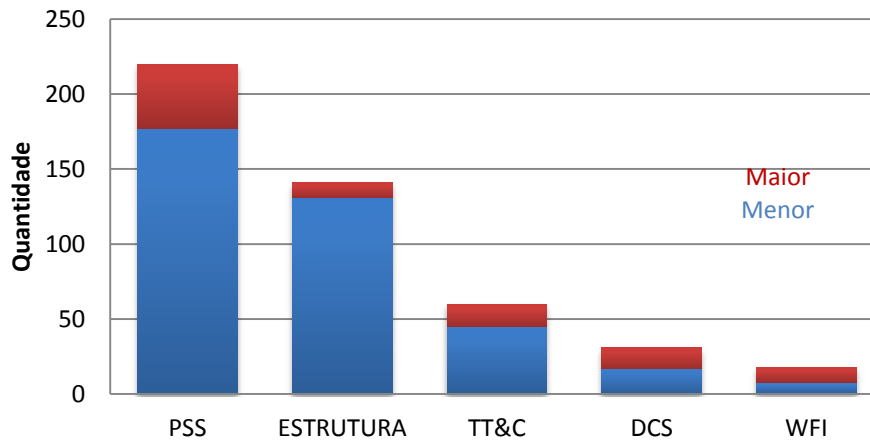


Figura 5.4 - NCR's do satélite CBERS-1.

Em resumo, foram computados:

- 181 ECR's emitidas para o CBERS-1 entre as de Ciclo Curto e Longo.
- 470 RNC's emitidos para o CBERS-1 entre Menores e Maiores.

As Figuras 5.5 e 5.6 trazem as quantidades de registros da Não Qualidade (ECR's e NCR's) do satélite CBERS-2.

ECR CBERS-2

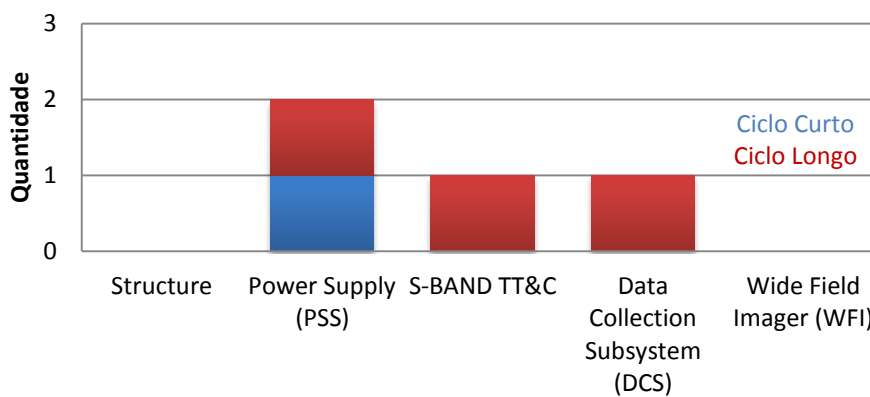


Figura 5.5 - ECR's do satélite CBERS-2.

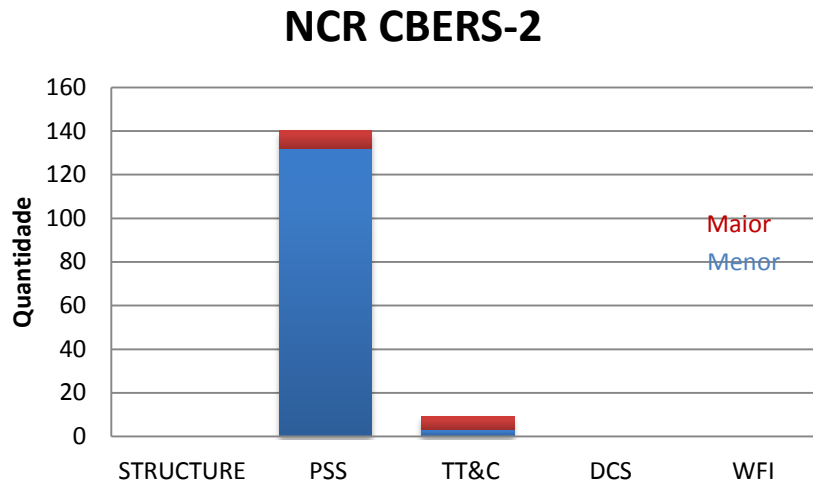


Figura 5.6 - NCR's do satélite CBERS-2.

Em resumo foram computados:

- 4 ECR's emitidas para o CBERS-2 entre as de Ciclo Curto e Longo.
- 149 NCR's foram emitidos para o CBERS-2 entre Menores e Maiores.

A Figura 5.7 mostra graficamente uma comparação entre as NCR's apuradas no CBERS-1 & 2.

NCR CBERS-1 *versus* CBERS-2

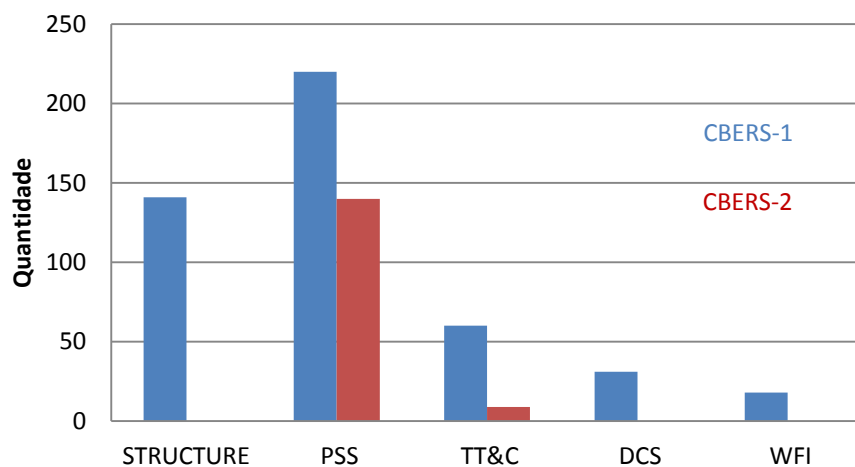


Figura 5.7 - NCR do CBERS-1 *versus* as do CBERS-2.

A Figura 5.8 mostra uma comparação entre as ECR's apuradas nos dois satélites.

ECR CBERS-1 *versus* CBERS-2

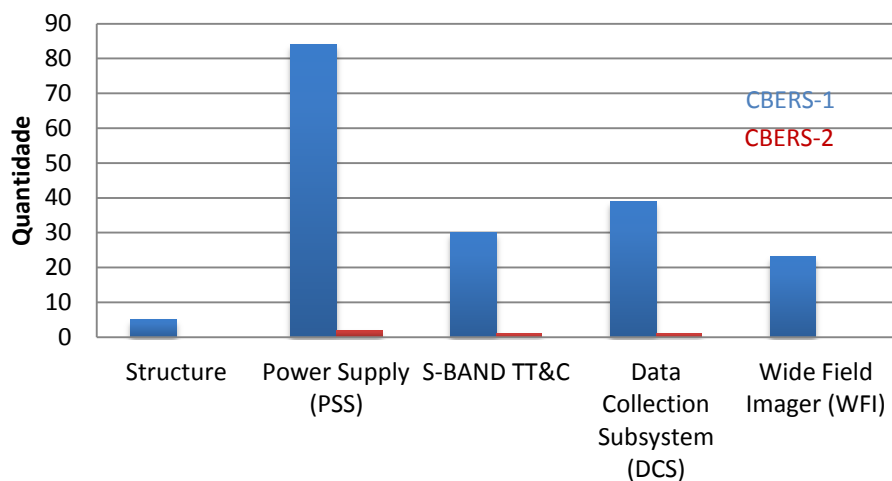


Figura 5.8 - ECR CBERS-1 *versus* CBERS-2.

Algumas inferências a respeito dos dados apresentados podem ser feitas:

- Nota-se uma grande quantidade de ECR's e NCR's dos subsistemas Estrutura, PSS, TT&C no CBERS-1, decorrentes de um projeto novo e com muitas melhorias a serem implementadas no projeto e nos processos de fabricação.
- Observa-se uma grande quantidade de Não-Conformidades maiores e ECR's de Ciclo Longo, com custos maiores considerando seu tratamento e implicações na gestão de Requisitos/Configuração, Custo e Cronograma.
- No CBERS-2 observa-se uma diminuição significativa das ECR's e NCR's, portanto percebe-se uma melhora na qualidade do projeto de maneira geral.
- A relação do custo da não qualidade entre CBERS-1&2 demonstrada no capítulo anterior indica uma melhora nos processos de fabricação, e atribui-se também ao fator aprendido associado à efetividade dos programas de qualidade implantado nas empresas fornecedoras dos produtos. Também deve ser considerado o ganho em escala, pois os registros analisados são provenientes de vários modelos fabricados dos subsistemas analisados.

O processo de melhoria detectado de um projeto para o outro tem apoio na literatura, como está exemplificado na Figura 5.9, adaptada de Juran (2000). Com ela é possível fazer uma analogia na qual o projeto do CBERS-2 pode ser tratado como uma versão mais evoluída do CBERS-1 no que se refere aos aspectos da qualidade.

O estudo comparativo apresentado neste capítulo demonstra através das quantidades de ECR's e NCR's dos dois satélites uma melhora visível, conseqüentemente uma diminuição dos custos incorridos na sua correção.

CBERS-1

CBERS-2

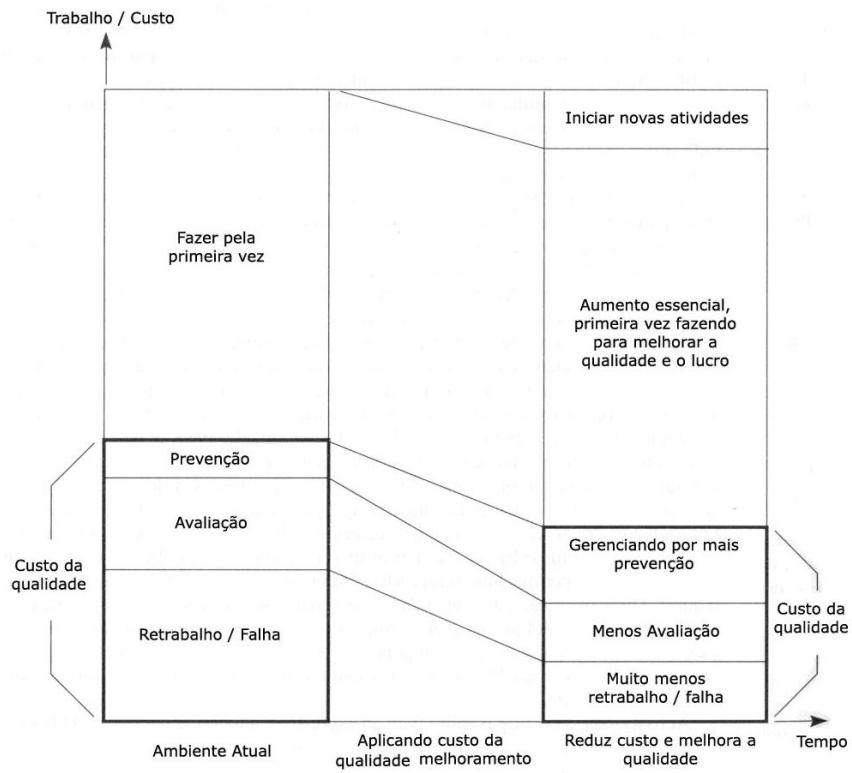


Figura 5.9 - Custo da Qualidade CBERS-1&2.

Fonte: Adaptada de Juran (2000).

6. INDICAÇÃO DOS CUSTOS NÃO CONFORMES NOS SUBPROCESSOS ECR E NCR DA GARANTIA DO PRODUTO E UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE A DINÂMICA DO CUSTO DA QUALIDADE

Neste Capítulo são discutidos os processos internos da Garantia do Produto relativos às modificações de engenharia (ECR's) e do tratamento das NCR's/Waivers e Desvios como processos de relevância e que demandam melhoramento no quesito controle de custo.

Como demonstrado nos capítulos anteriores, particularmente nos Capítulos 4 e 5, o custo da Não Qualidade pode ser substancial quando comparado ao custo total do projeto. A redução desse custo é desejável, e pode ser alcançada através de uma integração interdisciplinar entre Garantia do Produto, Engenharia de Sistema e Gestão de Projetos.

Assim, aqui são apontados os fatores dos custos não conformes nos subprocessos internos da Garantia do Produto, baseado na norma BSi (1992) sobre custo de processo, conforme a Figura 6.1 e Tabela 6.1.

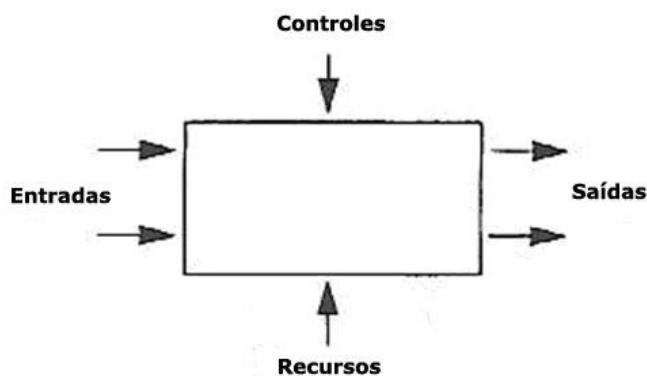


Figura 6.1 - Modelo Básico sobre Custo de Processo.

Fonte: Adaptada de BSi (1992).

Tabela 6.1 - Modelo de custo de processo para um departamento típico da garantia da qualidade.

Atividade Chave	Custo Conforme	Custo Não Conforme
Auditorias e Revisões	Custo de Auditorias e Revisões	Ações fora do escopo da Auditoria
Avaliações	Custo total	
Vendas	Auditoria	Correções de falhas
Elaborar procedimento, manuais e planos de qualidade	Custo total	
Problemas, investigação		Custo total
Clientes	Acordos, padrões, planos, eventos contratuais	Monitorar as ações, replanejamento, reclamações, rejeição, etc.

Fonte: Adaptada de BSi (1992).

Pela norma, o gerenciamento da qualidade total exige o gerenciamento de processos para o melhoramento da qualidade e produtividade das organizações públicas e empresas. Toda pessoa dentro de uma empresa contribui e opera dentro de um processo, e todo processo deveria ter um dono identificado que medisse a sua efetividade.

É útil construir um diagrama de blocos para identificar todos os elementos do processo, e também focar a atenção na necessidade do processo. O modelo de processo deve ser preparado essencialmente como mostrado na Figura 6.1. Os elementos de custo associados ao processo podem ser identificados e registrados segundo as seguintes categorias:

- a) Pessoas
- b) Equipamentos
- c) Materiais
- d) Ambiente

Cada fator de custo precisa ser identificado como *custo conforme* e *não conforme* e o registro da fonte.

- a) **Custo Conforme:** O custo de operação do processo como especificado de maneira efetiva (100%). Isto não implica que ele é eficiente, nem mesmo se o processo é necessário, porém é o custo mínimo necessário para o processo especificado.
- b) **Custo Não Conforme:** O custo da ineficiência dentro de um processo especificado, i.é, custo excessivo de recursos e pessoas, materiais e equipamentos acima do requerido, erros cometidos, saída do processo rejeitado, e vários outros custos indesejáveis.

As duas áreas de custo são oportunidades para melhoramento. No processo mostrado na Figura 6.2 destacam-se a entrada *Modificações de engenharia, NCR's/ Waivers e Desvios* solicitados, e a saída *Estimação de Custo*, pois se entende que esses subprocessos podem ser melhorados. Este subprocesso está detalhado em seguida na Figura 6.3.

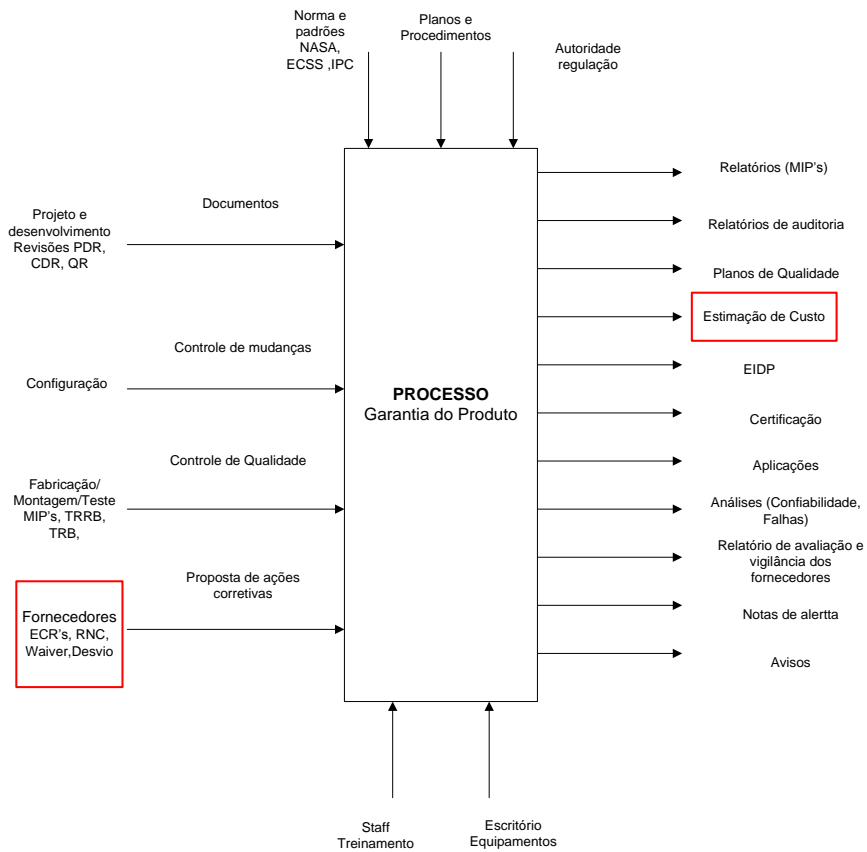


Figura 6.2 - Processo da Garantia do Produto.

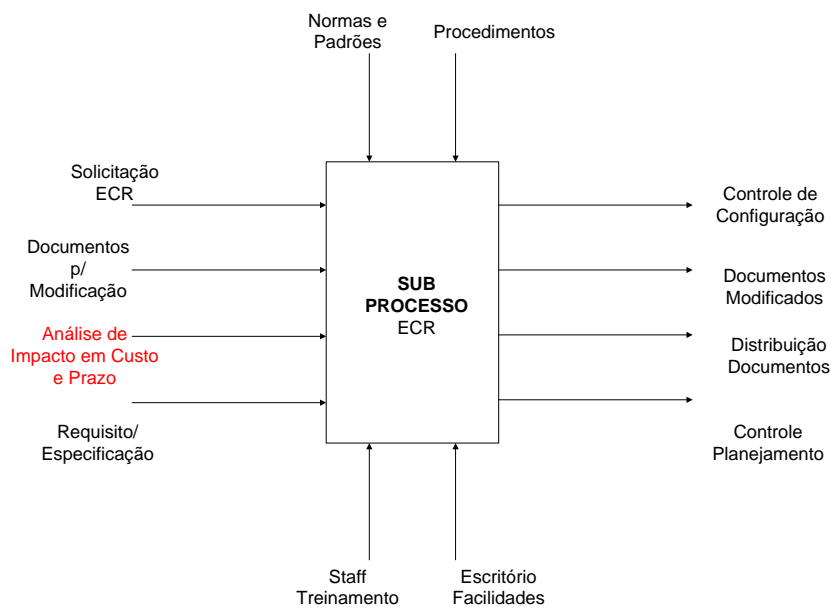


Figura 6.3 - Modelo de custo do subprocesso ECR.

A Tabela 6.2 traz uma análise das atividades do subprocesso ECR em termos dos fatores de custo conformes e não conformes.

Tabela 6.2 - Análise do processo ECR segundo os custos das atividades *conformes* e *não conformes*.

Atividades Chave	Atividades Conformes	Atividades Não Conformes
Solicitação de ECR	Verificação dos documentos (ECR, documentos anexos). Documentos editados e formatados segundo os códigos e padrões da GP/INPE.	Fora do padrão, devolvido para correção.
Convocação de CCB	Comunicação prévia da modificação aos interessados. Agendamento e convocação dos participantes.	Atraso no parecer e ausência na reunião.
	Emissão da minuta de CCB na reunião.	Se não, atrasos no cumprimento dos itens de ação gerado.
Análise de Impacto da Modificação	O comitê decidirá sobre o impacto da modificação se CC ou CL.	Não decisão.
Gestão de Requisitos/Configuração	Se CC, processar a modificação.	Erro no tratamento (CC ou CL).
	Se CL, acompanhamento dos Itens de Ação gerados no CCB pelos fiscais de contrato, pela Engenharia de Sistema e análise do impacto em custo e prazo pela Gestão de Projetos do INPE/Empresa nos requisitos/especificações afetados.	Modificação ocorrida sem a anuência e o acompanhamento pelo staff do INPE.
Atualização/Distribuição/Controle (Estatística)	Atualização dos documentos afetados, sua distribuição p/ os interessados e seu controle.	A não atualização dos documentos afetados em tempo hábil p/ os interessados.

A Figura 6.4 traz o modelo para os fatores de custo do subprocesso NCR/Waiver/Desvio. A Tabela 6.3 em seguida traz uma análise das atividades conformes e não conformes do mesmo subprocesso.

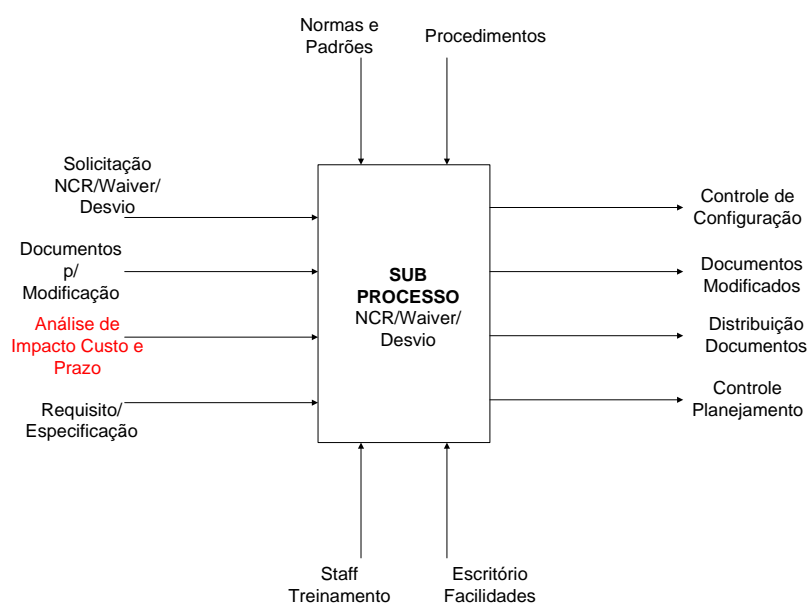


Figura 6.4 - Modelo de custo do subprocesso NCR/Waiver/Desvio.

Tabela 6.3 - Análise do subprocesso NCR segundo os fatores de custo das atividades *conformes e não conformes*.

Atividades Chave	Conforme	Não Conforme
Solicitação de NCR/Waiver	Verificação dos documentos NCR/Waiver, documentos anexos (relatórios e especificações). Preenchimento e edição correta segundo os códigos de projeto e padrões da GP/INPE.	Fora do padrão, devolvido para correção.
Convocação de NRB	Comunicação prévia do problema aos interessados. Agendamento e convocação dos participantes.	Ausência na reunião.
	Emissão da minuta de NRB na reunião.	Se não, atrasos no cumprimento dos itens de ação gerado.
Análise de Impacto do Problema	O comitê decidirá sobre o impacto da modificação se Menor ou Maior.	Não decisão.
Gestão de Requisitos/Configuração	Se Menor, processar segundo o critério estabelecido.	Erro no tratamento (Menor ou Maior).
	Se Maior, acompanhamento dos Itens de Ação gerados no NRB para a correção do problema pelo fiscal do contrato, engenharia de sistema, GP e análise do impacto em custo e prazo pela Gestão de Projetos do INPE/Empresa dos requisitos/especificações afetados.	Modificação ocorrida sem a anuência e o acompanhamento pelo staff do INPE.
Atualização/Distribuição/Controle (Estatística)	Atualização dos documentos afetados, sua distribuição p/ os interessados e seu controle.	A não atualização dos documentos afetados em tempo hábil p/ os interessados.

Através da análise baseada no custo de processo da norma BSi 6143 (1992), verifica-se nos subprocessos (ECR e NCR) a necessidade de se dar uma ênfase maior na estimativa de custo, pois fica evidente que há um custo não conforme relevante não devidamente tratado, proveniente das correções dos problemas e atrasos nos prazos, impactando nos resultados do projeto.

No caso das modificações corretivas de engenharia (ECR) na Figura 4.1 do Capítulo 4 destaca-se o impacto em custo e prazo, através do caminho realçado em vermelho no fluxograma do processo, reforçando a ideia sobre a atuação conjunta do trinômio Engenharia de Sistemas / GP / Gestão de Projeto.

Outro modo também de ver e reforçar a ideia sobre o impacto em custo e prazo decorrentes das correções (NCR) e aceitações de Waiver é através da Figura 6.5, com a introdução da caixa destacada em vermelho no fluxograma de tratamento de NCR, mostrando novamente a necessidade de uma interação entre Engenharia de Sistemas, Garantia do Produto e Gestão de Projetos para um controle mais eficaz das modificações.

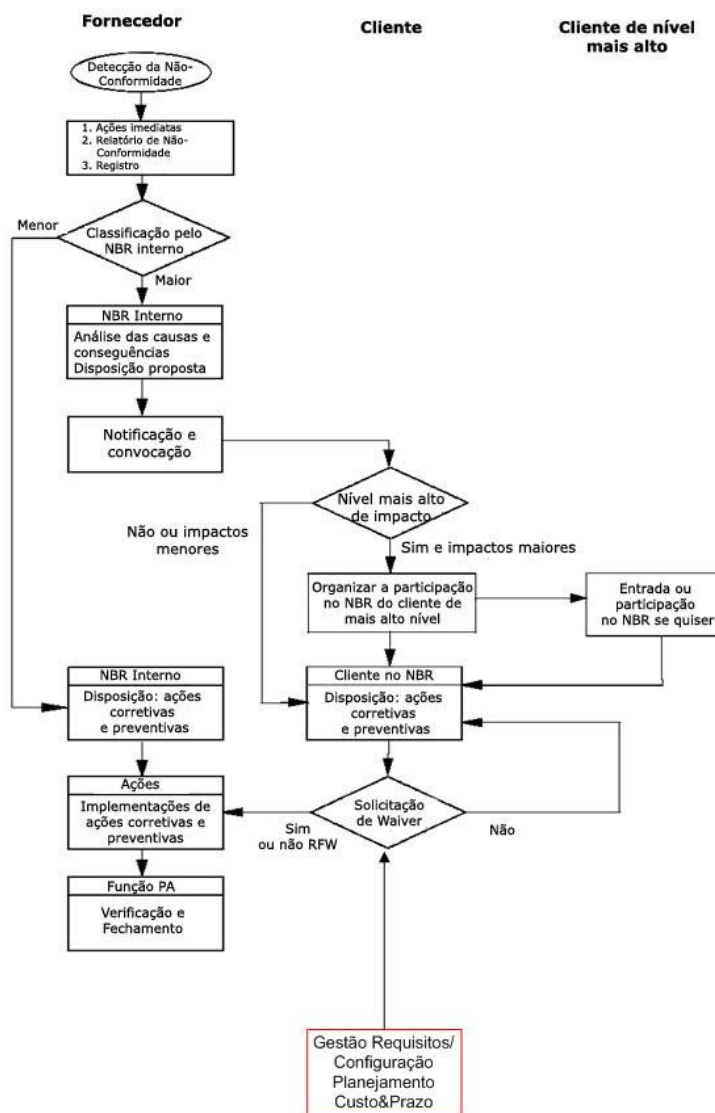


Figura 6.5 - Tratamento de NCR modificado.

Fonte: Adaptada de ECSS (2008)

Uma breve discussão sobre a dinâmica do custo da qualidade em melhoramento contínuo

Ainda sobre o tema se vale a pena investir no controle do custo da qualidade, a discussão sobre o artigo de Kim e Nakhai (2008) sobre a dinâmica do custo da qualidade em melhoramento contínuo levanta ideias interessantes.

A abordagem seguinte, extraída de um artigo intitulado *A dinâmica do custo da qualidade em melhoramento contínuo* (KIM; NAKHAI, 2008), examina o comportamento do custo da qualidade e investiga a visão contraditória entre os ideais da qualidade total (alta qualidade a baixo custo) e o modelo P-A-F (alta qualidade a alto custo) e apresenta o conceito dinâmico incremental de melhorias ao longo do tempo através de um fator de aprendizado da qualidade (denominado α), ratificando a ideia sugerida na norma BSi 6143 (1992) apropriada ao ciclo de desenvolvimento de satélites e de acordo com o sistema da qualidade total.

Conforme mostrado na revisão bibliográfica, o custo da qualidade tem hoje um enfoque diferenciado do modelo estático P-A-F, introduzindo-se um conceito dinâmico através de incrementos de melhoria ao longo do tempo e medindo-se a efetividade dos programas de melhoramento.

No caso proposto, entende-se que o conceito pode ser aplicado para o conjunto de empresas fornecedoras dos produtos (subsistema/equipamentos) que integram os satélites, para em seguida medir a efetividades dos programas de melhoramento da qualidade de cada uma com base nas falhas ocorridas.

Um conjunto de atividades ajuda a melhorar a efetividade dos programas de melhoramento da qualidade. A cultura da qualidade, treinamentos para a área, gerenciamento, controle de processos, e auditorias de qualidade estão entre as medidas preventivas fundamentais para sustentar os ganhos da qualidade das organizações.

Enquanto os custos de prevenção são a menor componente do custo da qualidade segundo relatos de estudos, uma pequena quantidade de investimento em medidas preventivas resulta em ganhos substanciais relativos às falhas internas e externas, o que

implica que os ganhos no melhoramento da qualidade são substanciais nos estágios iniciais dos programas de melhoramento da qualidade quando os problemas críticos são detectados e eliminados.

Com base nesse estudo pode-se adotar algo parecido no tratamento da qualidade das empresas fornecedoras dos produtos que integram os satélites planejados e em fase de construção.

Para isso, um levantamento inicial das falhas ocorridas durante o processo de desenvolvimento dos produtos contratados seria feito nas empresas fornecedoras e, com base no custo de investimento em prevenção e avaliação, seriam estabelecidos incrementos de investimento em prevenção em função das falhas ocorridas e também do fator de aprendizagem da qualidade.

É importante observar que a partir de um dado momento, como previsto no modelo de aprendizagem, novos investimentos teriam pouco impacto na melhoria da qualidade.

7. CONCLUSÕES

Após as análises e a estimação dos custos da não qualidade do programa CBERS, as seguintes conclusões podem ser extraídas desse trabalho:

- 1) Os custos relativos das Não-Conformidades (NCR) e das modificações corretivas de engenharia (ECR) são relevantes, conforme os dados apurados. Podem parecer pequenos em termos percentuais quando comparados ao custo total do projeto, mas seu impacto transcende o mero custo incorrido no reparo ou modificação.
- 2) O método de estimação de custos proposto e utilizado provou-se adequado e permitiu uma extensa coleta de dados históricos relativos a modificações de engenharia e não-conformidades. Os resultados permitiram uma visão do impacto dessas ocorrências nos projetos dos satélites CBERS-1 e CBERS-2, com ênfase na mensuração da redução dos custos da não qualidade do primeiro para o segundo.
- 3) Um controle mais efetivo da Garantia do Produto (GP) com relação às modificações corretivas de engenharia e não conformidades que impactam em termos de custo deveria ser implementado tanto no INPE quanto nas empresas fornecedoras de produtos e equipamentos para os satélites.
- 4) Os instrumentos de controle utilizados para relatar as modificações e correções (ECR's e NCR's) devem ser melhorados através de um estudo mais elaborado entre as disciplinas envolvidas (Engenharia de Sistemas, Garantia do Produto e Gestão de Projetos), considerando a relevância do impacto em custo e prazo na gestão de projetos.
- 5) Outro aspecto importante resultante dessa análise, embora não explorado com maior intensidade, refere-se aos prazos. Pode-se também afirmar que boa parte dos atrasos nas entregas de projeto decorre das correções de projeto/fabricação/teste e especificações mal elaboradas, corroborando mais

uma vez a ideia da necessidade de uma atuação mais forte da Engenharia de Sistemas desde a concepção até a entrega final do produto.

Certos de que a melhoria é um processo lento e que demanda a conscientização de todos os envolvidos com relação às práticas e metodologias sobre o custo da qualidade, e que as práticas devem ser desenvolvidas em acordo com as experiências adquiridas com vistas a estabelecer um novo patamar de excelência, conclui-se que este trabalho contribuiu para elevar o nível de conhecimento sobre o assunto no INPE, e deverá assim também contribuir para o aprimoramento das técnicas de gerenciamento de projetos de satélites.

7.1. Recomendações

A seguir uma série de recomendações que podem de alguma forma ajudar no gerenciamento da qualidade e do projeto:

- Convencer a alta gerência dos programas no controle efetivo dos custos da qualidade, através do seu custo relativo.
- Mapear as interfaces da Garantia do Produto e suas atividades dentro e fora do INPE, utilizando como guia a norma BSi (1992) Custo de Processo para o levantamento das atividades *Conforme e Não Conforme* dos processos vigentes.
- Reforçar os conceitos da qualidade dentro das fornecedoras e a importância do Custo da Qualidade como ferramenta para medição do sistema da qualidade implantada.
- Treinar e conscientizar os profissionais envolvidos nas atividades da GP da importância e necessidade de se conhecer o significado correto das Não-Conformidades maiores e menores, dado o impacto advindo de suas correções. Um processo para a classificação e o tratamento das não conformidades claramente definido e implementado num sistema informatizado pode melhorar o nível da qualidade dos projetos.

- Introduzir análise de risco no gerenciamento, dado que os custos decorrentes de modificação corretiva de engenharia e Não-Conformidades maiores são fontes de riscos e devem ser previstos em reservas de contingência, pois podem impactar o orçamento do projeto.
- Rearranjar as áreas de Engenharia de Sistemas, da Garantia do Produto e de Gestão de Projetos, no sentido de operarem de forma mais harmônica. Isto poderá minimizar os impactos em custo e prazo.
- Como detecção de falha (problema) implica em sua eliminação, na maioria dos casos examinados, seu impacto nos “*deliverables*” do projeto em termos de gerenciamento deve ser considerado, portanto o balanceamento dos custos com prevenção, avaliação e falhas pode ser verificado e um estudo mais aprimorado poderá ser feito para se buscar o ponto ótimo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITISH STANDARD (BS). **BSi 6143-1** - guide to the economics of quality - part 1: process cost model. London, 1992. ISBN 0 580 20440 5.

BRITISH STANDARD (BS). **BSi 6143-2** - guide to the economics of quality - part 2: prevention, appraisal and failure model. London, 1990. ISBN 0 580 18729 2.

CHINA-BRAZIL EARTH RESOURCES SATELLITE (CBERS). Satellite flight configuration. Anexo B. In: _____. **CBERS FM2 Pre Shipment Review (PSR) data package** . Beijin/São José dos Campos, 2003. (CB-REV-040).

CHINA-BRAZIL EARTH RESOURCES SATELLITE (CBERS). The series number og FM-1, FM-1 and backup equipment - Anexo table 2. In: _____. **CBERS FM1, June 22,1999 FDR data package** - main volume. Beijin/São José dos Campos, 1999. (CB-REV-035).

CHINA-BRAZIL EARTH RESOURCES SATATELLITE (CBERS). **CBERS FM2 Pre Shipment Review (PSR) data package** . Beijin/São José dos Campos, 2003. P. 9-10. (CB-REV-040)

CROSBY, P.B **Quality is free: the art of making quality certain** 3.ed. New York, NY: Mcgraw-hill, 1979. ISBN 0-07- 014512-1.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS).**ECSS-Q-ST-10-09C** - space product assurance/nonconformance control system. Noordwijk, NL, 2008. 39p.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). **ECSS-M- ST-60C** - space product management/cost and schedule management. Noordwijk, NL, 2008. 85p.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). **ECSS-M- ST-40C**- space product management/configuration and information management.Noordwijk, NL, 2008. 103p.

FEIGENBAUM, A.V. **Total quality control**. 3.ed. New York, NY: Mcgraw-hill, 1951 85182125 ISBN 0 07 020353 9.

GRYNA, F. M. Quality cost. In: JURAN, J. M. (Ed.). **Juran's quality handbook** .5 ed. New York: Mac Graw Hill, 1988. ISBN: 978-0-07-034003-9.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Vencimento e retribuição de cargos efetivos** - tabela. São José dos Campos, 1995. (TQ-004.62). Tabelas de Remuneração de cargos efetivos.

_____._____. São José dos Campos, 1997. (TQ-004.63).

_____._____. São José dos Campos, 1998. (TQ-004.65).

_____._____. São José dos Campos, 1998. (TQ-004.66).

_____. **Retribuição de cargos efetivos - tabela.** São José dos Campos, 2000. (TQ-004.67).

_____._____. São José dos Campos, 2002. (TQ-004.68).

_____._____. São José dos Campos, 2002. (TQ-004.69).

_____. **Remuneração de cargos efetivos - tabela.** São José dos Campos, 2003. (TQ-004.70).

_____. _____. São José dos Campos, 2004. (TQ-004.71).

INTERNATIONAL COUNCIL ON SYSTEMS ENGINEERING (INCOSE). **INCOSE systems engineering handbook.** v.3.2 January, 2010. 374p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRO DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 9004** – sistemas de gestão da qualidade – diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro, 2010.

ISHIKAWA, K. **TQC total quality control:** estratégia e administração da qualidade. Tradução: Nishimura, M. São Paulo: IM&C Internacional Sistemas Educativos, 1986.

JURAN, J. M. (Ed.). **Juran's quality handbook** .5 ed. New York: Mac Graw Hill, 1988. ISBN: 978-0-07-034003-9.

KIM, S.; NAKHAI, B. The dynamics of quality costs in continuous improvement. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.25, n. 8, p. 842-859, 2008.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos.** 9. ed., São Paulo: ATLAS, 2003

OAKLAND, J. **Total quality management the route to improving performance.** 2.ed. Bodmin, Cornwall: MPG Books, 1993.

OLIVEIRA, F. **Brasil – China – 20 anos de cooperação espacial: CBERS** – o satélite da parceria estratégica. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2009

PEREZ, M. **Dossiê do acompanhamento físico-financeiro do programa CBERS-1&2**. São José dos Campos: MCT/INPE, 2004. 258p.

ROBLES JUNIOR, A. **Custos da qualidade**: aspectos econômicos da gestão da qualidade e da gestão ambiental. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 2003.157p.

TAGUSHI, G. **Quality engineering production systems**. 3.ed. New York, NY: McGraw-hill, 1989 ISBN 0-07- 062830-0

TOLEDO, J.C. **Conceitos sobre custos da qualidade** Apostila GEPEQ. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2002. 14p. Disponível em: <www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/CustosdaQualidadeApostila.pdf>. Acesso em: 03 de fev. 2010

Valor médio do Dólar no período de 1995 a 2003. Disponível em: <www.bloomberg.com/about/>. Acesso em: 15 de set. 2011

APÊNDICE A

INTERFACES DA GARANTIA DO PRODUTO COM OS USUÁRIOS

A Tabela A.1 mostra as interfaces das atividades da qualidade com os usuários. Com ela pode-se entender e quantificar os custos da qualidade baseado no modelo P-A-F e introduzir essa metodologia como proposta de melhoramento do sistema da qualidade implantado no programa CBERS, não somente no INPE, como também nas empresas fornecedoras dos produtos que integram os satélites.

Tabela A.1 - Matriz de atividades da qualidade *versus* interface com usuários (internos e externos).

Atividades da Qualidade\Organização	Engenharia	Laboratório de Integração e Testes	Almoxarifado de Voo	Empresas Fornecedoras	Garantia do Produto
Inspeção de Recebimento	\$	\$	n/a	\$	\$
Inspeção de Fabricação (MIP)	n/a	n/a	n/a	\$	\$
Testes (Funcional e Ambiental)	\$	\$	n/a	\$	\$
Documentação Técnica / Configuração	\$	\$	n/a	\$	\$
Instalações / Meios	n/a	\$	\$	\$	\$
Calibração e Aferição	n/a	\$	n/a	\$	\$
Desenvolvimento de fornecedores	\$	n/a	n/a	\$	\$
Confiabilidade (SW & HW)	\$	n/a	n/a	\$	\$
Treinamento	\$	\$	n/a	\$	\$
Auditoria	n/a	n/a	n/a	\$	\$
Apuração de Custos da Qualidade (CC)	Σ\$	Σ\$	Σ\$	Σ\$	Σ\$

Fonte: Adaptada de Robles Jr (2003)

\$: há uma relação de custo

n/a: não aplicável

APÊNDICE B

TABELAS DAS NÃO-CONFORMIDADES DOS SUBSISTEMAS ESTRUTURA, PSS, TT&C, DCS E WFI (CBERS-1&2)

Aqui são apresentadas as tabelas das Não-Conformidades, de acordo com os atributos mencionados na metodologia e que serviram de base para levantamento dos custos de acordo com os critérios de Não-Conformidade Maior e Menor.

Vale lembrar que o trabalho de busca, avaliação, classificação, e depois de transcrição do conteúdo originalmente em papel para planilhas eletrônicas segundo os critérios estabelecidos para avaliação em termos de impacto em custo, prazo e requisitos consumiu mais de um ano de trabalho.

Essas informações estavam arquivadas em pastas identificadas e organizadas sob o controle do centro de documentação da Garantia do Produto do programa CBERS. Trata-se de um levantamento de informações acumuladas ao longo de 20 anos, em um sistema não informatizado,

Nas tabelas são feitos destaques em cores cinza, e amarelo, que significam respectivamente:

- Cinza: NCR maiores.
- Amarelo: NCR's que tiveram um grande impacto em custo e prazo, cujo custo de correção extrapolou a média convencionalmente estipulada nas tabelas de custo mostradas no Apêndice B.

Na coluna referente ao impacto, estes são indicados como:

- S: Schedule (Cronograma)
- C: Custo
- R/E: Requisito/Especificação

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
48	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	11.02.01.044-8	Requisito/Especificação	Dimensão das cotas da CX DXO fora da especificação
49	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	11.02.01.059-6	Requisito/Especificação	Os diâmetros dos furos da tampa estão fora da espec. Dificuldade na montagem da tampa
59	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	CILINDRO CENTRAL	Requisito/Especificação	Medidas dimensionais fora da especificação
60	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	CILINDRO CENTRAL	Requisito/Especificação	Medidas dimensionais fora da especificação
61	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	CENTRAL PANEL	Requisito/Especificação	A planicidade esta fora da especificação 1.0mm; medido = 5.2mm
62	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	OUTER PANEL	Requisito/Especificação	A planicidade esta fora da especificação 1.0mm; medido = 2.5mm
63	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	INNER PANEL	Requisito/Especificação	A planicidade esta fora da especificação 1.0mm; medido = 3.1mm
70	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	INNER PANEL	S, C	Cavacos metálicos sobre a superfície do painel
71	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	CENTRAL PANEL	S, C	Cavacos metálicos sobre a superfície do painel
72	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	OUTER PANEL	S, C	Cavacos metálicos sobre a superfície do painel
73	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	INNER PANEL	S, C	Cavacos metálicos sobre a superfície do painel
74	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	CENTRAL PANEL	S, C	Cavacos metálicos sobre a superfície do painel
75	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	OUTER PANEL	S, C	Cavacos metálicos sobre a superfície do painel

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
76	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	BULKHEAD	S, C	A montagem dos componentes pull bar connector e pull bar component não ocorre pois os furos são de diâmetros diferentes
77	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	WHEEL SUPPORT	S, C	Durante a montagem verificou-se corrosão entre wheel support e helicoils
78	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	CYLINDER	S, C	Furos irregulares e um rebite montado na posição incorreta
79	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	CYLINDER	S, C	Furos irregulares e um rebite montado na posição incorreta
80	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	RECORDER SUPPORT	S, C	Durante a montagem verificou-se corrosão entre recorder support e helicoils
81	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PULL BAR CONNECTOR	S, C	O diâmetro do furo no pull bar deveria ser 12 mm e esta com 14mm
82	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	CBIB DUMMY	S, C	A cabeça de um parafuso não esta na superfície da base da caixa
93	PROCESSO COLAGEM/INSPEÇÃO	MAIOR	01.03.04.030-7	Requisito/Especificação	Os resultados dos testes de parallel bonding nos CDP's ficaram abaixo da espec.(1.5N/cm)
94	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	INNER PANEL	Requisito/Especificação	Os CDP's do teste de parallel bonding encontram-se fora da especificação
149	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MAIOR	CBGB	S, C	Reparar segundo instruções (ver PMD 008/95)
150	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	INSERTO	S, C	Erro de posição, programa CNC já corrigido
151	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	INSERTO	S, C	Foi verificado após a inspeção q o inserto estava correto
152	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	INSERTO	S, C	Furo fora da posição 3 mm, programa CNC já corrigido R-CUBED
166	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PARTES DA ESTRUTURA	S, C	EIDP não fornecido conforme contrato (R-CUBED)

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
167	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PARTES DA ESTRUTURA	S, C	EIDP não fornecido conforme contrato (R-CUBED)
168	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PARTES DA ESTRUTURA	S, C	Relatórios de Inspeção emitidos pela R-CUBED reprovam os painéis
169	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PARTES DA ESTRUTURA	S, C	Painéis (R-CUBED) retrabalhados segundo instruções no RNC
170	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PARTES DA ESTRUTURA	S, C	Documentação com erros!
171	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PARTES DA ESTRUTURA	S, C	As partes listadas não foram submetidas a análise dimensional
172	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PARTES DA ESTRUTURA	S, C	Documentação incompleta e falta de informações
173	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PARTES DA ESTRUTURA	S, C	Documentação com erros!
196	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	ANGLE BAR	Requisito/Especificação	Angle Bar dos furos t13 e t14 estão deslocados direção +Z em 10 mm
197	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MAIOR	ANGLE BAR	Requisito/Especificação	Angle Bar dos furos A1 e A2 estão deslocados direção -Y em 5 mm
198	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SHADOW PANEL	S, C	Inserto especificado M5, instalado M3
199	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SHADOW FLOOR	S, C	O painel apresenta: amassamento, risco, e insertos fora posição
200	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SUN FACING FLOOR	Requisito/Especificação	Espessura fora da especificação, socket de conector faltando porca flange
201	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM FLOOR	S, C	Amassamento e abaulamento no painel
202	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	REAR SHEAR	Requisito/Especificação	Inserto C1 do tipo I-I posição +Y, foi instalado na face -Y
203	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SUN FACING ROOF	S, C	Dois insertos instalados para teste estático, sem função!

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
204	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SUN FACING WALL	Requisito/Especificação	Furos H01 e H02 fora da especificação
205	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	FRONT PANEL, REAR PANEL, CENTRAL PANEL	S, C	Não foi possível identificar a colméia e o inside doubler pelas bordas
206	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	FRONT, REAR SHEAR, REAR PANEL	S, C	Os painéis não foram inspecionados
207	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SHADOW ROOF, SUN FACING ROOF, BATTERY	S, C	Não existe a indicação da direção L da colméia nos desenhos
208	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PAINÉIS	Requisito/Especificação	Não existem os "venting holes" conforme os desenhos
209	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	INSERTOS	Requisito/Especificação	Insertos montados com até 2° de inclinação, desnivelamento em relação a face do painel
210	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PAINÉIS	Requisito/Especificação	Espessuras dos painéis fora do especificado
211	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PAINÉIS	Requisito/Especificação	Dimensões de furo e hole frame fora do especificado
212	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	INSERTOS	S, C	Insertos oxidados e com óleo usado para retrabalho nas roscas
213	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PAINÉIS	S, C	Painéis com riscos e amassamentos
214	MONTAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	BULKHEAD	S, C	Angle Bar com problemas, foi substituído e conclui-se a montagem
215	MANUSEIO/MONTAGEM	MENOR	BULKHEAD	S, C	Durante a montagem dos painéis, ferramentas e parafusos caíram sobre o painel e ocorreram alguns amassamentos

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
216	PREPARAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	BULKHEAD	N/A	Na preparação da colagem do angle bar o painel SM FRONT SHEAR teve a superfície lixada indevidamente
217	OPERAÇÃO/MONTAGEM	MAIOR	BULKHEAD	S, C	Painéis montados e colados em posição trocadas ver MRB N.003/96
218	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	BULKHEAD	S, C	Furos guias no anel inferior do cilindro estão com o diâmetro maior q o especificado
219	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	BULKHEAD	S, C	Os corner component1 montados na estrutura não são perpendiculares ao longo de seu comprimento
220	MANUSEIO/MONTAGEM	MENOR	BULKHEAD	S, C	Amassamento na face dos painéis causado por impacto de ferramentas
223	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	PORCA FLANGE ANGLE BAR	S, C	Porca flange de um dos angle bar foi danificada
224	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	PM ASSEMBLY	S, C	Um pelote de adesivo causou amassamento na montagem dos painéis (Central e Shadow wall)
225	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM HORIZONTAL	S, C	Insertos em cotas erradas
226	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PARAFUSOS	Requisito/Especificação	Trocar parafusos M5X16 por M5X20(36)
227	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SHADOW HALL	S, C	Folga entre o painel e a estrutura
228	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SUN FACE WALL	S, C	Folga entre o painel e a estrutura
229	MANUSEIO/MONTAGEM	MENOR	FRONT WALL	S, C	Leve amassamento e risco no painel
230	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	PM REAR WALL	S, C	Ajuste com calços e colagem com EA 9320
231	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	PM SUN FACING WALL	S, C	Interferência de montagem
232	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	SUPORTE	S, C	Suporte muito próximo do parafuso da tampa
234	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD ASSEMBLY	S, C	Interferência entre dummy e angle bar

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
235	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD ASSEMBLY	S, C	Interferência entre o Cable Holder e o Dummy CBLB
236	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	DUMMY	S, C	Folga entre o Dummy e o painel de montagem
237	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD ASSEMBLY	S, C	O Hole Frame interfere na montagem do Dummy CBMA
238	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD ASSEMBLY	S, C	Interferência do Dummy CBIF com o angle bar
239	PROJETO/AIT	MENOR	PALLET HARDWARE INTEGRAÇÃO	S, C	Interferência do HD Integration com os parafusos de fixação
240	PROJETO/AIT	MENOR	PM CENTRAL PANEL	Requisito/Especificação	Interferência na montagem dos painéis
241	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	MAIN BODY	S, C	Descasamento da montagem dos HD Foot c/ o HD adjustment block
242	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	MAIN BODY	S, C	Interferência na instalação do suporte do Bapta, devido ao angle bar estar colado na posição errada
243	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	BULKHEAD	Requisito/Especificação	Falta inserto no painel horizontal para instalação dos angle bar-C
247	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PAINEL CENTRAL	S, C	Após a remoção do kapton p/ inspeção do painel próximo do holddown observou-se um dano no face sheet
272	MONTAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	PM BULKHEAD	S, C	Troca no posicionamento de montagem dos IR Joint
273	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM REAR SHEAR	S, C	Interferência dos angle bar C com os Hole frames

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
274	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD	Requisito/Especificação	Durante a montagem dos Camera Isolator II a furação não casava (erro de 11,5 mm)
275	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD	S, C	Dificuldade na montagem do PM central panel devido a folga no perpendicularismo de 0.9mm
276	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD	S, C	O fabricante utilizou peças erradas para posicionamento dos insertos
277	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM BULKHEAD	Requisito/Especificação	Pontos chaves de inspeção fora da especificação
278	AFERIÇÃO/MONTAGEM	MAIOR	PM BULKHEAD	Requisito/Especificação	Erro de medição, paquímetro fora da validade de aferição
280	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD	Requisito/Especificação	Não existe folga entre os painéis Frontal, Shadow e Rear
281	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM BULKHEAD	Requisito/Especificação	Folga de aproximadamente 1 mm entre painel Central e Floor
282	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM FRONT PANEL AND REAR	S, C	Painéis sofreram retrabalho para evitar interferência porem na face errada
283	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	RECORDER SUPPORT	Requisito/Especificação	Variação da espessura de face entre 6 e 9 mm, dificultando a montagem
284	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM HORIZ, SHADOW, SUN, CENTRAL	S, C	Dificuldade na montagem dos paineis devido a canto vivo
285	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM REAR PANEL	S, C	Interferência na montagem do PM Bulkhead (angle bar C e o Hole frame)
286	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM FLOOR	S, C	Insertos obstruídos com adesivo
287	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM SUN FACING	S, C	Posição do angle Bar f lixado indevidamente
288	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM FRONT ROOF	N/A	Posição de lixamento dos angle bar D errado

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
289	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	PM SUN FACING PANEL	Requisito/Especificação	Painel não possui furação para fixação dos angle bar F
290	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM BULKHEAD	Requisito/Especificação	Medida do Ponto chave 28 fora da especificação
291	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM BULKHEAD	Requisito/Especificação	Medida dos pontos chaves 23 e 24 fora da especificação
296	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	PM/SM	S, C	Depois da separação dos módulos de serviço e pay load observou-se q os torques nos parafusos estavam abaixo do especificado 8 Nm
297	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	MAIN BODY	S, C	O torque de travamento dos parafusos dos painéis de fechamento da estrutura estavam abaixo da espec. 5 Nm
298	MONTAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	MAIN BODY	S, C	Parafuso solto após teste de vibração qualificação seno/eixo X
299	PROJETO/VIBRAÇÃO	MAIOR	CYLINDER	S, C	Falha estrutural na junção entre o cilindro de alumínio e de carbono no teste de vibração qualificação eixo X freq. 13.4Hz
300	SET UP TESTE/VIBRAÇÃO	MENOR	ESTRUTURA	S, C	Perda 1/2 dos dados gravados do teste de vibração qualificação eixo X
301	SET UP TESTE/VIBRAÇÃO	MENOR	ESTRUTURA	S, C	Erro na entrada de dados do teste, o nível de entrada deveria ser 0,2g+-10% e não 30%
302	SET UP TESTE/VIBRAÇÃO	MENOR	ESTRUTURA	S, C	Parâmetros de controle do Shaker (velocidade de compressão) não ajustados
303	SET UP TESTE/VIBRAÇÃO	MENOR	ESTRUTURA	S, C	Parâmetros de controle do Shaker (velocidade de compressão) não ajustados

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
306	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	CUBOS DE ALINHAMENTO	Requisito/Especificação	Verificou-se que o espelho de alinhamento do Bapta não permite checar o posicionamento do SAG depois de integrado
307	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	BAPTA	Requisito/Especificação	Constatou-se desalinhamento do BAPTA com o Holddown de 2.8 mm
327	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	MAIN BODY (CYLINDER)	Requisito/Especificação	Durante a montagem dos anéis no cilindro central observou-se um GAP de 1 mm entre eles
328	MONTAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	DUMMY	S, C	Alguns parafusos dos Dummies sem trava química
329	MANUSEIO/INSPEÇÃO	MENOR	PAINÉIS	S, C	Durante a montagem dos painéis algumas faces foram danificadas
330	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG(INNER PANEL)	S, C	Cable holder fixado na posição incorreta, parafuso de fixação sem trava química
331	MANUSEIO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG(CENTER PANEL)	S, C	Alguns potting bonding dos fios foram danificados durante operação de manuseio
332	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG(CENTER PANEL)	S, C	Conector montado invertido e nós de amarração frouxos
333	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG (WING SIGNAL HARNESS)	S, C	Fio do conector mal soldado
342	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	INNER SOLAR PANEL	Requisito/Especificação	Valor da medida de isolamento abaixo da especificação
344	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG (HD BASES)	S, C	Os HD Bases estão com uma cor amarela do adesivo usado pelos calços
346	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG (OUTER SOLAR PANEL)	Requisito/Especificação	Bolhas entre coverglass e célula e no Kapton isolante

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
406	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	BWD shadow shear	S, C	Durante a inspeção do painel observou-se a posição errada de alguns insertos: C6 e C7 na face +X
407	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM FRONT PANEL	Requisito/Especificação	Durante a colagem dos insertos observou-se erro de cota no desenho (A14 e P14)
408	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	FWD SHADOW SHEAR	Requisito/Especificação	Devido a erro no desenho de conjunto houve troca da posição de alguns insertos
409	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	REAR SHEAR	Requisito/Especificação	Inserto C1 montado na face -Y deveria ser +Y
410	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	FWD SUN FACING SHEAR	S, C	Preenchimento de colagem do inserto com falha
411	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	SHADOW PANEL	S, C	Erro nas coordenadas de furação do inserto
412	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM HORIZONTAL PANEL	Requisito/Especificação	Dimensão da espessura do honeycomb difere da especificada e o diâmetro do furo
413	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	BATTERY PANEL	Requisito/Especificação	Posição errada dos insertos e indicação na direção Z do honeycomb L
414	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM SUN FACING PANEL	Requisito/Especificação	Diâmetro da furação especificada = 80 mm medido = 78mm e o hole frame não esta faceado com a face sheet
415	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	FRONT WALL	Requisito/Especificação	A posição dos insertos C23,C24,C27 e C28 esta fora da espec. o DC 01.03.01.018 deverá ser corrigido
416	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM FRONT SHEAR	S,C	Devido a erro de programação de usinagem, foi feito um furo em posição incorreto na face +Y.
417	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SANDWISHES PANELS	Requisito/Especificação	Espessura dos painéis fora da especificação

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
418	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PM FLOOR	Requisito/Especificação	Verificou-se na inspeção que alguns diâmetros de furos estavam fora da especificação, e também a posição de alguns insertos.
419	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SM SUN FACING FLOOR	S, C	Durante o processo de cura na autoclave do painel um heat pipe estourou
421	MANUSEIO/MONTAGEM	MENOR	MAIN BODY	S, C	Durante a desmontagem do painel da bateria do corpo central uma porca do parafuso engripou
422	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	MAIN BODY	S, C	Durante a desmontagem do painel da bateria do corpo central usando o MGSE da CAST seis insertos foram arrancados o dispositivo não é adequado para essa operação
434	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SM SUN FACING WALL	Requisito/Especificação	Furos fora da dimensão especificada
482	PROJETO/TVACUO	MENOR	SANDWICH PANELS	Requisito/Especificação	Painéis com medidas de dimensão, Bonding e desalinhamento de insertos fora da especificação
588	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	MAIN BODY	S, C	O posicionamento dos pinos guia não coincidem com a furação no anel
590	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	MAIN BODY	S, C	Na montagem da estrutura verificou-se pontos de amassamento e marcas na pintura
591	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	MAIN BODY	N/A	Registro de temperatura e umidade do container não funcionou, bateria descarregada

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
CC33	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SCOE	Requisito/Especificação	O bastidor de Controle do PSS-SCOE não apresenta os 4 canais de estímulo especificado
34	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	O lote de coverglass esta fora da dimensão especificada
35	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Lote com coverglass contaminados
36	FABRICAÇÃO/TFUNC	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	Lote com células de eficiência fora da especificação.
37	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	Lote de células com defeito mecânico (pinhole no bus bar)
38	PROCESSO COLAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Os resultados dos testes de parallel bonding nos CDP's ficaram abaixo da espec.(1.5N/cm)
39	PROCESSO COLAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	O manuseio da folha de Kapton não esta de acordo com o procedimento padrão. (ver doc. SGP 393A/94)
50	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	A planicidade esta fora do especificado: 2.2mm; medido = 1.95mm
51	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	A planicidade esta fora do especificado: 1.0mm medido = 1.95mm
52	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Os insertos na parte traseira do painel não foram feitos
53	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Os insertos na parte traseira do painel não foram feitos
54	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Os insertos na parte traseira do painel não foram feitos
55	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Camada anti-reflexo em cima do barramento de tensão da célula

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
56	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Excesso de metalização na parte traseira da célula
57	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	SCA n.4 com bolha no adesivo em cima do bus bar.
64	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Quando da energização do equipamento a saída -20V estava no redundante(sempr)
65	FABRICAÇÃO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A saída de +35V (Red) apresentou variação de pp de 4V quando do teste limitação de corrente no patamar de +45°C
66	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Ruído nas tensões de saída durante o teste de vibração eixo Y
67	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A tensão de saída +20V chaveou para o Redundante durante o teste de vibração no eixo X
68	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Variação de 50mV p/ 400mV do Spike na saída de +27V (Main)
96	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de vibração eixo X a saída do módulo principal 5.1V apresentou 3.5V
97	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de vibração eixo Z a saída do módulo principal 12V deixou de funcionar.
98	FABRICAÇÃO/CICLAGEM TERMICA	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste climático elevou-se a corrente de saída ate o limite e não houve comutação p/ o módulo redundante
99	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de vibração as tampas laterais fazem muito ruído.
123	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trinca na célula n.4 do modulo C202/FM1/Center Panel

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
124	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Bolhas entre o adesivo e coverglas da célula n.73/modulo C162/FM1/Outer Panel
125	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Falta de terminais no interconector da SCA 25/Modulo C81/FM1/Outer Panel
142	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Inspeção após o Termo Vácuo detectou-se bolhas no Kapton de isolamento
143	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Curto circuito entre a estrutura e o pino 15 do conector
144	SET UP TESTE/TESTE FUNC	MAIOR	SAG	S, C	O LAPSS não fornece tensão suficiente para o teste de caracterização das células.
145	PROCESSO COLAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Os resultados dos testes de parallel bonding nos CDP's ficaram abaixo da espec.(1.5N/cm)
146	PROCESSO COLAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Os resultados dos testes de parallel bonding nos CDP's ficaram abaixo da espec.(1.5N/cm)
147	FABRICAÇÃO/TFUNC	MAIOR	SAG	S, C	O testes elétrico de caracterização após o T.Vácuo indicou problema elétrico no circuito
148	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Não é possível montar o CCL na estrutura do Yoke
157	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Reparar segundo instruções no RNC (Φ Holes)
158	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Reparar segundo instruções (SSS set up de teste)
159	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Reparar segundo instruções no RNC (Φ Holes)
160	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Reparar segundo instruções no RNC (Φ Holes)

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
161	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O diâmetro das buchas do Holddown não permite uma montagem adequada no Hinge.
162	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O diâmetro de 8 furos no painel não permite uma montagem adequada no Hinge
163	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O diâmetro de 4 furos na estrutura do Yoke não permite uma montagem adequada no Hinge
164	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O diâmetro dos furos para as buchas do Holddown estão pequenos
165	PROJETO/MONTAGEM	MAIOR	SAG	S, C	Reparar segundo instruções e modificar o desenho (DD 01.03.04.117)
175	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	DCDC CONVERTER	S, C	Rtn comum p/ 4 linhas de alta impedância na saída das TM's de voltagem dos Conversores
244	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	O resultado do teste de parallel bonding ficou fora da espec ≥ 150 CN valor medido entre 18 e 64 CN
245	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Primer DC 1200 fora da validade causou problemas de colagem (lay down)
246	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Resultados Parallel Bonding de 5 CDP's abaixo da espec.
248	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Resultados Parallel Bonding de 5 posições abaixo da espec.e uma região com falha de adesão
249	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Falha de colagem do Kapton de isolamento na posição k1
250	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Falha de colagem do Kapton de isolamento na posição k1 E k5

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
253	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	O welding da blindagem dos cabos dos respectivos conectores (J13 e J14) soltaram
254	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Corrigir o desenho p/ instalação de 4 suportes (cable holder)
255	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Conectores J13 e J14 instalados invertidos
256	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Corrigir o desenho alterando comprimento dos cabos (conectores J13 e J14) em + 20 cm
257	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Usou-se um condutor interno do cabo (J9 p/J13 e J9 p/ J14) para fazer o aterramento a blindagem
293	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	O resultado do teste Paralell Bonding dos painéis Inner, Center e Outer ficaram abaixo da espec. ≥ 150 cN
294	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	No MIP de isolamento do substrato após retrabalho verificou-se q a folha de Kapton estava da borda entre 3 a 6 mm
295	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	O resultado de teste Paralell Bonding do painel Central ficou abaixo da especificação ≥ 150 cN
305	DOC /MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O procedimento de montagem do holddown não esta adequado ao uso
320	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	Na inspeção da amostra nota-se a cobertura da camada anti-reflexo sobre o Bus Bar da Célula
321	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	Na inspeção das células 030111 e 37238, observa-se delaminação na superfície traseira da célula (P-Contact)

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
322	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	Durante inspeção visual da célula 040403 verificou-se não haver espaçamento de 0.2 mm da borda
323	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	O valor medido da absorção do coverglass esta fora da espec.(Vnom=0.73+-0.2; Vmed=0.4
324	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	Durante teste de desempenho de uma amostra das células solares (eficiência) o valor medido ficou abaixo da espec.(>13.2 %)
325	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Contaminação na superfície dos cover glasses
326	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Coverglass com trincas
337	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Observou-se durante a montagem das buchas que os furos estavam fora da tolerância, não permitindo sua montagem
338	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Para o aterramento do painel foi usado um parafuso diferente do especificado, e para o conector elétrico também
339	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trincas no coverglass, bolhas no adesivo, deformações mecânicas, bordas do Kapton isolante sem adesivo e parafusos dos conectores sem adesivos
340	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Teste de isolamento abaixo do valor especificado $\geq 10M @ 250 Vdc$
341	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Atividades de colagem das buchas antes do T.Vácuo (procedimento de montagem)
343	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	HD Bases fora da posição especificada

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
345	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trincas no coverglass, bolhas no adesivo, deformações mecânicas, bordas do Kapton isolante sem adesivo e parafusos dos conectores sem adesivos
347	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trincas no coverglass, bolhas entre coverglass e célula e no Kapton isolante
348	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trincas no cover glass, bolhas entre coverglass e célula e no Kapton isolante
349	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trincas no cover glass, bolhas entre coverglass e célula e no Kapton isolante
350	MANUSEIO/MONTAGEM	MENOR	SAG	N/A	Durante manuseio do painel duas células dummies foram danificadas
351	MONTAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trinca no coverglass após ensaio T.Vácuo
352	DOC /MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Cotas de ajuste não montam os HD (Bushings e Bases)
353	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Desalinhamento na planicidade dos painéis
354	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O grampo de fixação da cablagem não monta apropriadamente
356	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	As microswitches montadas no Hinge do painel não estão dando o sinal correto de desdobramento do painel
357	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Um furo no painel aconteceu durante operação de torque dos parafusos que seguram a cablagem
358	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Durante a operação de torque do parafuso de fixação do cable holder, notou-se que um inserto sumiu
359	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Falta potting bonding do cartão de diodos

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
360	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	O peso dos painéis não confere antes e depois de montados
363	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	A montagem do Yoke não pode ser feita devido ao diâmetro da furação dos parafusos estarem erradas
364	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Impossibilidade de montagem das partes (pressure panel e interpanel CCL)
365	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Painel CCL sem acabamento superficial
366	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Os furos dos Yokes CCL n.1 e 3 não casam.
367	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Existe um filme colado na parte final e central do Yoke não permitindo a sua montagem dos Hinges
368	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Yoke Hinge esta fora de posição
369	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Durante a montagem do Yoke Hinge descobriu-se um monte de pó preto dentro Yoke
370	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Os buracos dentro dos parafusos para travar as cordas do CCL no Hinge esta sem chanfro
371	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Yoke CCL não esta alinhado com o Yoke Hinge
372	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Não existe furo no Yoke Hinge
373	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Interferência entre os painéis quando recolhidos (Yoke CCL 1, 2 e 3)
374	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	SAG	S, C	Durante o teste de desdobramento do painel foi observado uma troca entre os resistores indicadores e de aterramento
375	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	As conexões soldadas estão fora da posição projetada e entre a cablagem de potencia

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
376	FABRICAÇÃO/TFUNC	MAIOR	SAG	S, C	Conexões feitas na linha de retorno do SG1/C1 com SG1/C2
377	MANUSEIO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trinca no coverglass (SCA 74) após ensaio T.Vácuo
380	FABRICAÇÃO/TVACUO	MAIOR	BDR	S, C	Durante o teste de Termo Vácuo o circuito principal do BHC da Bat2 não estava operando
385	FABRICAÇÃO/TACUSTICO	MAIOR	SAG	S, C	Após o teste acústico observou-se vários problemas com a fixação dos diodos (RTV 566) e welding na barra de diodos
386	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	SAG	S, C	Os pinos do holddown da base não puderam ser removidos antes do teste de desdobramento manual do painel
387	SET UP TESTE/TESTE FUNC	MENOR	SAG	S, C	O resultado do flasher teste de parte do circuito 6 até 15 SG2 mostrou valores inferiores após o Termo Vácuo
388	MONTAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	O sensor solar não esta isolado da estrutura do painel solar
390	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	Após teste de vibração, 18% da potencia diminuiu no FT
391	PROJETO/VIBRAÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Durante o teste de vibração senoidal eixo X qualificação a barra do Yoke quebrou.
392	PROJETO/VIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Durante a inspeção visual após o teste de vibração observou-se a quebra de um diodo próximo do anodo
393	FABRICAÇÃO/TACUSTICO	MENOR	SAG	S, C	O teste de continuidade elétrica nesse painel falhou após teste acústico

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
394	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Os holddown pins dos painéis alguns quebraram e outros travaram, após transporte para a China
395	MONTAGEM/TFUNC	MENOR	SAG	S, C	Durante o recolhimento do painel (stowed) na face trazeira do Inner panel um buraco foi feito pelo parafuso do Yoke hinge
396	SET UP TESTE/VIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	O teste de vibração senoidal no eixo Z foi abortado pelo sistema de controle
397	MONTAGEM/VIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	No teste de vibração senoidal eixo Z escutou-se um ruído próximo do Holddown points
398	PROJETO/VIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Durante teste de vibração senoidal qualificação eixo X, o adesivo de união entre a barra e o yoke falhou
399	PROJETO/VIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Durante teste de vibração senoidal qualificação eixo X, alguns parafusos se soltaram do shaker
400	SET UP TESTE/VIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Teste de vibração senoidal eixo X qualificação abortado
401	SET UP TESTE/VIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Teste de vibração senoidal eixo X qualificação abortado em 64.2Hz
402	SET UP TESTE/VIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Teste de vibração senoidal eixo Y qualificação abortado em 14.23Hz
403	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Após teste de vibração qualificação senoidal eixo Y apareceram fraturas no face sheet do rear Inner Panel
404	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	O módulo 174 não possui cover glass
405	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Os filtros feed-through recebidos são diferentes dos especificados

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
433	FABRICAÇÃO/TFUNC	MAIOR	SHUNT	S, C	Durante teste funcional de Isolação verificou-se um curto entre as linhas de retorno e o chassi do equipamento.
453	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O requisito Dead Time <50ms no modulo redundante
454	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #16 (35V@2.5A) apresenta ondulação em 405 Hz de 544mV sem carga no Main.
456	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O Conversor DCDC #1 esta com a eficiência no Main de 77.2% e no Red 77.4% abaixo do especificado 78%
457	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O Conversor DCDC#2 apresenta as medidas de Bonding fora da especificação
458	AFERIÇÃO/TESTE	MAIOR		Requisito/Especificação	Foi usado um segundo instrumento de medidas como primário e dentro da validade de aferição
459	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de Bonding esta fora da especificação
460	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo16 Red queimou durante o teste de curto circuito na sua saída.
461	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	As medidas de Bonding ficaram fora da especificação < 5 e <10 m Ω
462	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A eficiência do módulo principal (76,39%) esta abaixo da espec. (78%)
463	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante ensaio de vibração aleatório, o modulo 33 (Main) apresentou glitches de 400mV/20ms

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
465	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	No teste de vibração aleatório alguns capacitores do Bco de capacitores tiveram seus leads cisalhados por falta de resinagem
466	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A corrente de curto circuito do módulo 41 Red difere do Main
467	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A corrente de limitação do modulo 39 (+5V) de 5.2A esta bem abaixo do valor nominal 7.5A
469	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Valores de Bonding pouco acima da especificação
470	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A eficiência desse conversor tanto no principal como no redundante estão abaixo da especificação >78%
471	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A resposta do conversor a estímulo por sobre-tensão não foi coerente
472	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O pino de n.15 do conector Z04 esta danificado
473	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	No teste de variação de carga de 0,1Imax ate Imax a resposta do módulo 24 não e limitada em corrente
474	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de Bonding fora da especificação
475	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A eficiência esta abaixo da especificação 75%
476	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Transiente devido a Surge Current não atende a especificação de variação de tensão na saída do conversor.

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
477	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A tensão de saída do módulo principal não consegue se manter regulada, com corrente acima de 2.5A
478	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A regulação e o ripple para o modulo 43 esta bem diferente em -10 C do esperado
479	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A saída de tensão do modulo 16 esta abaixo do esperado
480	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Comutação p/ o Redundante sem causa aparente, modulo 16
481	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Não ocorre chaveamento do principal p/ o redundante no limite de corrente, modulo 44 e 45
485	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	TM analógica negativa módulo 32 (Main/Red)
486	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	No teste de isolamento após o ensaio de vibração observou-se que as linhas de potencia (5.1V e -5.3V) estavam em curto com carcaça
487	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	As medidas de Bonding fora da especificação
488	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	As medidas de Bonding fora da especificação
489	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de Eficiência esta abaixo da especificação
490	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de Eficiência esta abaixo da especificação
491	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento p/ os módulos 26,28 e 30 estão acima de 50 ms

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
492	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento p/ os módulos 37,38, 40 e 41 estão acima de 50 ms
493	MONTAGEM/VIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Trocar as tampas laterais entre os conversores # 8 e #10
494	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	As medidas de Bonding estão fora da especificação
495	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	As medidas de Bonding estão fora da especificação
496	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Problema de chaveamento do Main p/ o Red modulo 32 com corrente de carga >2,28A
497	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Curto entre os pinos 1 e 2 (módulos 33 e 34) e a carcaça
498	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O modulo 49 não chaveia para o Red com Isc
499	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O modulo 11 não chaveia para o Red em limitação de corrente no modo Rcte
500	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo 47 apresenta TM analógica negativa p/ full Load
501	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	BDR	S, C	Comutação do BHC2 principal p/ o redundante e variação na potencia de saída
502	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Desalinhamento nas medidas da folha de Kapton a ser colada no painel p/ isolamento dos módulos solares
503	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	BDR	Requisito/Especificação	Medidas de Bonding fora da especificação
505	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	BDR	S, C	Variação da Pout de saída dos BHC's entre 8.8W e 15W, além de um ruído de 60Hz no ponto PA.

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
506	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trinca em uma célula e um cabo solto do cartão de diodos
507	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trinca em uma célula e um cabo solto do cartão de diodos
508	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Trinca em uma célula e bordas do painel sem cola
509	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O diâmetro do buraco da bucha (3.2mm) não permite uma montagem adequada do holddown
510	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	SAG	S, C	A conexão do conector J3 não esta numa posição adequada
511	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	BDR	S, C	Durante o ensaio de vibração (seno qualificação) no eixo Z, o BDR apresentou comportamento anômalo no chaveamento dos BCCs e BHCs.
512	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Na inspeção após o T.Vácuo verificou-se trincas tipo cabelo no coverglass e células e bolha na isolação
513	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Na inspeção após o T.Vácuo verificou-se trincas tipo cabelo no coverglass e células e bolha na isolação
514	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Na inspeção após o T.Vácuo verificou-se trincas tipo cabelo no coverglass e células e bolha na isolação
515	FABRICAÇÃO/PÓS TVACUO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	As medidas de Bonding dos cables holders fora da especificação (Inner Panel = 12 positions, Center Panel = 5 positions, Outer Panel = 15 positions) espec. < 200 Ω

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
516	FABRICAÇÃO/PÓS TVACUO	MENOR	SAG	S, C	Durante o Flash Test observou-se q a conexão dos pinos de aterramento do conector aos straps não estavam de acordo.
517	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Verificou-se que o suporte da cablagem do painel não é suficiente/ rígido.
518	PROJETO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O suporte de cablagem do Inner panel não permite uma montagem adequada no Yoke
519	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	As unidades CCL não se encaixam e não funcionam adequadamente
520	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Os furos no painel para montagem dos hinges fasteners são pequenos.
521	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Falta do Plate para a montagem do conector da cablagem no painel
526	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Os dispositivos conforme desenho p fixarem os Ropes no Hinges não são adequados
527	FABRICAÇÃO/TFUNC	MAIOR	SAG	Requisito/Especificação	Durante o teste de abertura dos painéis observou-se que as molas não tem torque suficiente para abertura dos painéis e as microchaves não funcionaram direito.
528	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Durante inspeção visual após o teste de abertura dos painéis foi observado uma identificação no yoke hinge
529	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitores 0.1uF/100V com perfuração no encapsulamento
530	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de Output protection a TM de status não acusou o chaveamento do Main para o Red. do modulo 12

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
531	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Inspeção antes do Teste Acústico observou-se trincas do tipo cabelo no coverglass e célula.
532	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Inspeção após o Teste Acústico observou-se crescimento de trinca, parafuso de aperto do terminal de aterramento solto, e exposição parcial de cobre de um fio.
533	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Solda mal feita, apenas um ponto de contato, local C04P-D8
534a	FABRICAÇÃO/C. TERMICA	MAIOR	BDR	Requisito/Especificação	Sensor Hall com defeito, mau funcionamento do BSR 2-2
534b	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nos testes de Output Protection os módulos #20,#21 e #24 não chavearam do MAIN p/ o Redundant
535	MONTAGEM/TFUNC	MENOR	SAG	S, C	Um cabo de aço do CCL YOKE quebrou após a montagem
536	OPERAÇÃO/TFUNC	MENOR	BDR	S, C	Inversão dos conectores (Z01 e Z03) durante a montagem do set up de teste.
563	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	PSS	Requisito/Especificação	Encapsulamento dos capacitores de .01uF/100V perfurado
567	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Após o teste de vibração durante o teste funcional de isolamento que alguns pinos estavam em curto circuito para a carcaça do equipamento
568	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Após o teste de vibração durante o teste funcional de isolamento alguns pinos estavam em curto circuito para a carcaça do equipamento

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
569	PROJETO/TVACUO	MENOR	BDR	Requisito/Especificação	Cumprimento da cablagem de teste muito longo
569a	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	BDR	Requisito/Especificação	As medidas de Bonding dos conectores estão acima da espec. <10mΩ
570	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	BDR	Requisito/Especificação	- C p/ chaveamento do BHC esta acima do valor esperado
571	SET UP TESTE/TESTE FUNC	MENOR	BDR	Requisito/Especificação	TM de Status das curvas EOC está negativa quando deveria ser zero
571a	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Observado uma trinca tipo fio de cabelo na célula 61 modulo C191
572a	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Uma conexão de solda aberta no cartão de diodos posição D40 M83 P-B(w123)
574	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	BDR	S, C	Nos testes após vibração constatou-se que os BSRs não estavam funcionando.
575	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	BDR	S, C	Nos testes após vibração constatou-se que o bit2 da TM status do circuito EOC não estava funcionando
577	PROJETO/TVACUO	MAIOR	DCDC CONVERTER	S, C	A saída Red do módulo 23 (+5.0V@7.5A), ficou desregulada s/ carga (de 5.0 foi 8.6 V) no patamar +45°C. Com carga acima de 100mA, volta ao normal.
578	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitor de cerâmica com perfuração no encapsulamento 100KpF 100 V
579	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitor de cerâmica com perfuração no encapsulamento 200pF 200 V
580	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitor de cerâmica com perfuração no encapsulamento 0.1KpF 100 V

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
583	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Entrada de estímulo do modulo 7 (12V@4.5A) não esta funcionando
584	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A tensão de TM da saída do modulo 3 (-12V@3.5A) não funciona p/ cargas menores que 600 mA
585	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A regulação de voltagem p/ o modulo 5 (5.3V@7.5A) esta fora espec.
586	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o ensaio de Tvácuo no patamar +45°C o modulo 9 (-12V@2.5A) perdeu a regulação
587	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o ensaio de Tvácuo no patamar +45°C o modulo 5 (5.3V@7.5A) perdeu a regulação
594	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de proteção de saída não foi observado o chaveamento do Main p/ o Red. I = 11 Amp
595	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	SAG	N/A	Após o teste de deployment do SAG foi observado no Yoke Hinge Locker uma dentação na guia.
596	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de TC do módulo 17 (27V@2.5A) estando no Red esse não voltava p/ o Main
597	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Bolhas, trincas e interconectores deformados vistos na inspeção de recebimento do SAG/FM2
598	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O modulo 27(5.1V@2.5A) não chaveou nas seguintes condições: Overcurrent, Overvoltage, Telecommand

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
599	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo 44 (-15V@2.5A) durante o teste de vibração no eixo X não apresentou tensão de saída
600	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A tensão de saída do módulo 39 (5V@7.5A) esta fora da especificação. (valor espec.= 5V +-1%, valor medido = 4.92 Main e 4.91 Red)
601	FABRICAÇÃO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de T.Vácuo no patamar + 45 graus o módulo 16 (35V@2.5A) perdeu a regulação p/ Iload = 2.5A
602	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de T.Vácuo observou-se que o módulo 16 (35V@2.5A) não comuta em limitação de corrente
603	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A tensão de saída do módulo 45 (15V@2.5A) esta fora da especificação
604	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	No teste de limitação de corrente observou-se um valor acima do esperado=14Amp, medido=18Amp
605	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Ver RFW-172
607	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A tensão nos gates dos FETs estão acima do valor de-rated p/ o 2N6764; Vgs=20V, Vgs derated=10V valor medido 13V
620	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitores de 100pF/200V Tantalum apresentam perfuração no encapsulamento.
621	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Trinca nas células solares
622	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Parafusos do conector traseiro do painel em desacordo com o especificado

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
623	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitores de 680F/50V apresentam perfuração no encapsulamento.
624	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Resistores (R1 e R2) soldados na posição invertida
625	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	O potting bonding dos fios terra dos conectores J1 e J2 não foram feitos
626	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	O potting bonding dos fios terra dos conectores J1 e J4 não foram feitos
627	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Os parafusos utilizados na fixação dos conectores na parte traseira do painel não estão de acordo com a espec.
628	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	O potting bonding dos fios terra dos conectores J3 e J6 não foram feitos
629	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Os parafusos utilizados na fixação dos conectores na parte traseira do painel não estão de acordo com a espec.
630	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Foi observado oscilação na tensão de saída do módulo #21 Red.(5V@2.5A) e o nível de spike no Vbus aumentou nessa linha, durante o teste de transiente devido a corrente de surto.
631	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O valor do Spike medido de 220mV esta fora da spec. na linha de -20V@2.5A módulo 50 (Main e Red.)
632a	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitor 0.1kpF/100V com perfuração no encapsulamento
632b	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Spike na tensão de saída do módulo 47 (-5.3V@2.5A) esta fora da espec.

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
633	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A corrente de curto circuito do módulo 46 com o valor acima do esperado: espec=15A; medido= 20A
634	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante os testes de proteção e estímulo de saída verificou-se que o sinal de TM esta interligado
635	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	No teste de proteção de saída antes da comutação observou-se um ruído no módulo 44 (-15V@2.5A)
636	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	TM negativa para os módulos com saídas negativas (12;44 e 47)
637	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Ripple e Spike fora da espec. no módulo 33 (5.3V@2.5A)
638	PROJETO/TVACUO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste T.Vácuo patamar -10 C a saída do módulo 24 (5V@2.5A) red. c/ carga <100mA, perdeu a regulação)
639	PROJETO/VIBRAÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de vibração a freq. Ressonância eixo Z apresentou valor de 100 Hz bem abaixo da freq. de 378Hz do FM2
644	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Spike do modulo 12 (-5V@2.5A) Main e Red 70 mV acima da espec. 50mV
647	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitor 0.1uF/100V com perfuração no encapsulamento
648	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitor 0.68uF/50V com perfuração no encapsulamento
748	MANUSEIO/TVACUO	MENOR	SAG	S, C	Durante a retirada do painel solar após o T.Vácuo da câmara um dispositivo de fixação bateu na parte traseira danificando o painel

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
750	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Falha no aterramento dos cable holders
751	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	S, C	Falha no aterramento dos cable holders
752	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Valor da isolação fora da espec. Nominal >1MΩ medido 60KΩ
753	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Valor da isolação fora da espec. Nominal >1MΩ medido 200KΩ
754	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de estímulo no módulo 36 (12V@2.5A) observou-se instabilidade no circuito de chaveamento entre os módulos Main↔Red operação normal usando TC
758	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o teste de proteção de saída a corrente de Isc no módulo 41 (12V@7.5A) não esta limitada
759	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A corrente de Irush esta acima do especificado: espec.=2.0A medido=2.88A
763	PROJETO/INSPEÇÃO	MENOR	BATERIA	Requisito/Especificação	A medida do momento magnético dos Packs das baterias ficaram fora da espec.<=200mAm²
764	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	BATERIA	S, C	A base das baterias não foram tratadas superficialmente com alodine
766	MANUSEIO/INSPEÇÃO	MENOR	BATERIA	S, C	Foi observado durante a inspeção marcas no skin heater próximo da célula 03 e 95
767	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Observado trincas, bolhas e opacidade no adesivo na inspeção antes do T.Vácuo
768	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Observado trincas, bolhas e opacidade no adesivo na inspeção antes do T.Vácuo
769	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	SAG	S, C	Observado trincas, bolhas e opacidade no adesivo na inspeção antes do T.Vácuo

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
770	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Durante o teste de Bonding verificou-se que o valor esta fora da especificação <200Ω nos cable holders indicados no desenho do painel.
771	MONTAGEM/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Os sensores de temperatura instalados no centro do painel PN 290 e PN 292 estão fora da validade de aferição
773	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Hinge screw nut com problemas na fixação do painel devido ao comprimento inadequado
774	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	O CCL unit 1 não esta alinhado com a corda (desalinhamento de 2mm)
775	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	A corda do CCL não monta adequadamente
776	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Hinge screw nut com problemas na fixação do painel devido ao comprimento inadequado
777	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Durante a montagem do Yoke e do CCL rope observou-se q e o diâmetro dos furos no hinge do painel é muito estreito
778	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MENOR	SAG	S, C	Durante a montagem da cablagem entre o Yoke e o painel Inner observou-se que os furos nos clamps do harness são pequenos
779	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitor de cerâmica 0.1KpF/100V com perfuração no encapsulamento
780	COMPONENTE/INSPEÇÃO	MAIOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Capacitor de cerâmica 0.68KpF/50V com perfuração no encapsulamento
790	SET UP TESTE/TESTE FUNC	MENOR	BDR	S, C	O circuito BHC não opera adequadamente
791	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SAG	Requisito/Especificação	Após o teste de vibração do SAG observou-se no teste de Bonding alguns cable holder com resistência elétrica > 100Ω

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
806	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Após teste funcional verificou-se que os FT's 5 e 7 estavam soldados em torres diferentes
807	PROCESSO SOLD/INSPEÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Fratura no olhal do componente durante a limpeza após soldagem
808	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Após teste funcional verificou-se que os FT's 5 e 7 estavam soldados em torres diferentes
809	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A corrente de In rush do modulo de 12V esta fora da especificação ($\leq 2A$)
810	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento dos módulos do conversor # 01 estão fora da especificação ($\leq 50ms$)
811	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de bonding durante os testes funcionais iniciais ficaram fora da especificação ($\leq 10m\Omega$)
812	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de eficiência ficou fora da especificação (78%)
813	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante os testes funcionais iniciais no modulo 11(12V), apresentou características de fold back de corrente para limitação de corrente em ambos os módulos principal e redundante
814	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nível muito baixo de tensão de saída das TM dos módulos negativos, para ($I < 0.2A$), p.ex. modulo 12 (-5.0V)
815	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Ripple e Spike fora da especificação ($< 50mV$)
816	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de eficiência ficou fora da especificação (78%)

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
817	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento dos módulos do conversor # 03 estão fora da especificação ($\leq 50\text{ms}$)
818	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de bonding durante os testes funcionais iniciais ficaram fora da especificação ($\leq 10\text{m}\Omega$)
819	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A impedância de saída do modulo 14 (5.5V) esta fora da especificação ($< 73\text{ m}\Omega$)
820	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	No teste de Surge current/Output Impedance houve perturbações na tensão de saída do modulo #6(20.0V), além de aumento do ripple p/ 440 mV
821	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento dos módulos do conversor # 02 estão fora da especificação ($\leq 50\text{ms}$)
822	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A corrente de In rush dos módulos (6,7,9 e 10) estão fora da especificação.
823	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Existe uma inversão no indutor L2 do módulo # 14 (Red)
824	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nível baixo de tensão de TM na saída dos módulos negativos
825	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Bonding abaixo da especificação ($< 10\text{m}\Omega$)
826	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A tensão de voltagem entre os pinos 13 e 12 do CI 1846 foi de 18V e deveria ser de 15V
827	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nível baixo de tensão de TM na saída dos módulos negativos

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
828	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Bonding abaixo da especificação (<10mΩ)
829	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nível baixo de tensão de TM na saída dos módulos negativos
830	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento dos módulos do conversor # 04 estão fora da especificação (<=50ms)
831	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A corrente de In rush dos módulos (15, 16, 17 e 18) estão fora da especificação.
832	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A impedância de saída do módulo # 30 fora da especificação
833	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Ripple e Spike fora da especificação (1% de Vout), módulos (28,29)
834	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A corrente de In rush dos módulos (26,28) estão fora da especificação.
835	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento dos módulos do conversor # 06 estão fora da especificação (<=50ms)
836	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de eficiência ficou fora da especificação (78%)
837	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Bonding abaixo da especificação (<10mΩ)
838	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nível baixo de tensão de TM na saída dos módulos negativos
839	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Bonding abaixo da especificação (<10mΩ)
840	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nível baixo de tensão de TM na saída dos módulos negativos

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
841	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de eficiência ficou fora da especificação (78%)
842	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento dos módulos do conversor # 10 estão fora da especificação (<=50ms)
843	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A corrente de In rush dos módulos (47) está fora da especificação.
844	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Overshoot de voltagem durante o chaveamento do Principal p/ o Redundante maior q o especificado
845	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O tempo de recuperação (recovery time) da resposta durou 1 ms e apareceu um valor negativo não esperado.
846	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Não chaveou p/ o redundante durante teste de overcurrent no ciclo negativo do TVT
847	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Uma pequena oscilação observada na corrente de entrada do circuito redundante módulo # 16 na condição de carga de 1.25A
848	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	In rush current fora da especificação
849	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Tempo de chaveamento fora da especificação <50ms
850	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Bonding abaixo da especificação (<10mΩ)
851	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nível baixo de tensão de TM na saída dos módulos negativos
852	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de eficiência ficou fora da especificação (78%)

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
853	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A proteção de saída do modulo 23 principal apresentou limitação em corrente fold back
854	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A impedância de saída do modulo 23 (5V) fora da especificação
855	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Oscilação na corrente de entrada dos módulos 24 e 25 com $24.8 < V_{in} < 26.1$ c/ full load
856	PROC TESTE/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Overshooting de 22.8V módulo #25 (16.8V) espec. $< 17.8V$ durante o chaveamento automático
857	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Durante o chaveamento do Principal para o Redundante overshooting acima do espec $< 5.3V$)
858	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	No circuito redundante modulo 21 (5V) na recuperação da voltagem foi observado um distúrbio
859	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	In rush current fora da especificação, modulo 36 (12V)
860	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Tempo de chaveamento fora da especificação $< 50ms$
861	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Bonding abaixo da especificação ($< 10m\Omega$)
862	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	Nível baixo de tensão de TM na saída dos módulos negativos
863	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de ripple e SPIKE esta fora da especificação (1% V_{out}) módulo 33 (-5.3V)
864	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	A proteção de saída do modulo 33 (5.3V) redundante apresentou voltagem de saída não regulada para entrada de 26 V @ I_{omax}

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
865	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de ripple e SPIKE esta fora da especificação (1% Vout) módulo 33 (-5.3V) e módulo #36 (12V)
866	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #32(-20V) durante o chaveamento automático (Main/Red) apresentou instabilidade no tempo de chaveamento de ate 120ms, às vezes não cai a zero durante a transição
867	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #36 (+12 V) durante o chaveamento automático (Main/Red) apresentou overshoot de 15.4V não aparecia no transiente do chaveamento por TC
868	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O Inrush dos módulos #38 e #41 estão fora da espec.
869	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento dos módulos #37,#38,#39,#40 e #41 estão fora da espec.<50ms
870	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Bonding abaixo da especificação (<10mΩ)
871	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de eficiência ficou fora da especificação (78%)
872	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo com saída negativa apresentou valor de TM muito baixo
873	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de ripple e SPIKE esta fora da especificação (1% Vout) módulo #38 (-15V)
874	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A impedância de saída do modulo #39 (5V) fora da especificação <70MΩ

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
875	PROC TESTE/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #38 (-15 V) durante o teste de proteção de saída apresentou overshoot de corrente 5.1 A e de tensão 2.0V
876	PROC TESTE/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #37(-12 V) durante o teste de proteção de saída apresentou overshoot de corrente 2.9A e de tensão 2.0V
877	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	In rush current fora da especificação
878	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O tempo de chaveamento dos módulos #42,#43,#44,#45 estão fora da espec.<50ms
879	PROC TESTE/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	Medida de Bonding abaixo da especificação (<10mΩ)
880	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	A medida de eficiência ficou fora da especificação (78%)
881	FABRICAÇÃO/TFUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #44(-15 V) apresentou um valor de TM inesperado
882	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	O módulo #44(-15 V) apresentou um valor de ripple/spike fora da especificação 1% Vout
883	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #45 (15 V) apresentou um distúrbio na forma de onda
884	PROJETO/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #44 (-15 V) apresentou glitch próximo da borda de subida durante o chaveamento automático no teste de proteção de corrente de saída.
885	PROC TESTE/TESTE FUNC	MENOR	DCDC CONVERTER	S, C	O módulo #45(-15 V) apresentou voltagem não regulada na saída c/ entrada de ≈ 26V

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
40	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	TRANSPONDER	S, C	CX TX3 com marcação de furo fora da posição indicada no desenho
41	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	TRANSPONDER	S, C	Tampa CX 9 com furos sem escariar
42	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	TRANSPONDER	S, C	Na tampa TX-DX0 os furos não foram escariadas p/ embutir a cabeça dos parafusos.
43	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	TRANSPONDER	S, C	Mancha de alodine na tampa CX6
45	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	Dimensão das cotas da CX TX 2 fora da especificação
46	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	Rebaixo de alívio de peso com entrada de fresa
47	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	TRANSPONDER	S, C	A tampa TX-DX0 não apresenta o chanfro para o encaixe correto na CX
58	PROC ALODINE/INSPEÇÃO	MENOR	11.02.01.059-6 (CX TX9)	Requisito/Especificação	A coloração do alodine não está conforme
136	PROJETO/TVACUO	MAIOR	SSPA	Requisito/Especificação	Varição do ganho com a temperatura acima do valor especificado <1.0 dB; medido = 1.5 dB
177	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	TRANSPONDER TT&C	Requisito/Especificação	Potencia de saída fora da espec.(30 dBm) Ver MRB.N.23
258	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	S BAND ANTENNA	Requisito/Especificação	Os cabos rígidos não estão no gabarito e fora de medida

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
259	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	S BAND ANTENNA	Requisito/Especificação	Os cabos coaxiais (R) não estão no gabarito e fora de medida
260	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	S BAND ANTENNA	Requisito/Especificação	Os cabos coaxiais (1) não estão no gabarito e fora de medida
261	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MAIOR	S BAND ANTENNA	Requisito/Especificação	Os cabos rígidos (L) não estão no gabarito e fora de medida
524	OPERAÇÃO/TFUNC	MAIOR	TTCS Banda S	S, C	No teste funcional liga/desliga modo coerente/não coerente a tensão de alimentação foi invertida no transmissor e receptor
525	FABRICAÇÃO/TFUNC	MAIOR	TTCS Banda S	S, C	Quando o chassi do Transponder é conectado ao RTN da fonte ele não funciona
746	PROJETO/AIT	MAIOR	TWTA	S, C	O circuito de proteção da TWTA não funcionou bem durante os testes de AIT
792	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	O índice de modulação do canal de range esta fora da espec. (RFW 197)
793	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	O índice de modulação do canal de TM esta fora da espec. (RFW 198)
794	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	A linearidade do índice de modulação do canal de TM esta fora da espec. RFW199
795	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	Consumo de potência fora da espec. (RFW 200)

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
796	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	Potencia de RF fora da espec.(RFW 200)
797	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	Resposta em frequência versus fase fora da espec. (RFW 201)

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
108	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	CBLA - TRANSP. PCD	Requisito/Especificação	A potência de saída esta fora da especificação de $21,5 \pm 1$ dbm; medido 22,98 dbm
109	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	CBLA - TRANSP. PCD	Requisito/Especificação	Rejeição dos sinais de 80 e 110 kHz fora da especificação >30 dB medido 26,6dB e 24,1 dB respectivamente.
110	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	CBLA - TRANSP. PCD	Requisito/Especificação	O índice de modulação para Pin do sinal = -123 dBm (limite inferior) está fora da especificação = $1,8 \text{ rad} \pm 0,2 \text{ rad}$; medido = $1,39 \pm 0,01 \text{ rad}$
111	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	CBLA - TRANSP. PCD	Requisito/Especificação	No teste de susceptibilidade a rejeição em todo o espectro de interferência fica em $38,5 \pm 1$ dB abaixo de 40 dB especificado
114	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	CBLA - TRANSP. PCD	Requisito/Especificação	No teste de linearidade o sinal de 110kHz esta fora da espec. >30 dB valor medido = 28,9dB
116	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	CBLA - TRANSP. PCD	Requisito/Especificação	VSWR fora da especificação = 15 dB, medido 9 dB
130	FABRICAÇÃO/TVACUO	MAIOR	CBLA-TRANSPONDER	S, C	Durante o teste de termo vácuo no patamar -10° C o sinal em 2267 MHz não estava modulado.
262	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS DUPLEXER	S, C	Os parafusos na tampa da caixa ficam salientes

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
263	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS DUPLEXER	S, C	Os parafusos do conector não encaixam e a tinta recobre a mascara do conector
264	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS DUPLEXER	S, C	Os parafusos na tampa da caixa ficam salientes
265	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS UHF Transmitter	S, C	Os parafusos que prendem a estrutura dos módulos estão salientes
266	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS UHF Transmitter	S, C	Os parafusos do conector não encaixam e a tinta recobre a mascara do conector
267	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS UHF Transmitter	S, C	Os parafusos que prendem a estrutura dos módulos estão salientes
268	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS DUPLEXER	S, C	Os parafusos na tampa da caixa ficam salientes
269	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS UHF Transmitter	S, C	Os parafusos da chave coaxial estão descasados dos furos da caixa
270	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS UHF Transmitter	S, C	Os terminais da PCB estão encostado no frame da CX
271	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	DCS UHF Transmitter	S, C	Os terminais da PCB estão encostado no frame da CX
317	DOC /INSPEÇÃO	MENOR	PSS/DCS	S, C	Documentação incompleta do EIDP
318	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	PSS/DCS	Requisito/Especificação	Componentes com PN diferente daqueles especificado.

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
319	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	CABOS COAXIAIS DIPLEXER	Requisito/Especificação	Cabos coaxiais fora de gabarito e cobre exposto
334	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	S BAND ANTENNA	S, C	Peças da antena com problema de alodine
504	FABRICAÇÃO/TFUNC	MAIOR	DIPLEXER	S, C	Ausência de TML 07 (UHF Switch status) teste de aceitação
606	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	TRANSPONDER PCD	S, C	Sinal da banda básica com baixa potência e muito ruído na saída do transponder e do TX de UHF

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
100	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	CBSA	S, C	Fios rompidos na solda dos furos metalizados
101	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	CBSA	S, C	Durante o teste funcional verificou-se que a tensão de saída -15 V não estava presente
115	DOC /TESTE FUNC	MAIOR	CBSA	S, C	Durante o teste de comutação de ganho o CI U27 queimou
176	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	OEB	Requisitos/Especificação	Mecanismo de calibração com problema
178	FABRICAÇÃO/TVIBRAÇÃO	MENOR	OEB	S, C	Dois conectores tipo MICK desprenderam-se durante ensaio de vibração eixo Z
179	AFERIÇÃO/TESTE	MAIOR	MODULADOR	Requisito/Especificação	Instrumentos de medição fora da validade de aferição
194	FABRICAÇÃO/TEMI/EMC	MENOR	OEB	S, C	Curto entre a carcaça e o retorno da entrada de 28 V+ do SPE
195	FABRICAÇÃO/TEMI/EMC	MENOR	SPE	S, C	Curto entre o retorno das telemetrias do SPE
308	PROJETO/VIBRAÇÃO	MAIOR	SPE	S, C	Os pés da CX se soltaram após o teste de vibração
313	FABRICAÇÃO/TFUNC	MAIOR	WFI	Requisito/Especificação	Teste de isolamento dos pinos do conector X-CBSB-Z04 < 250 mΩ; abaixo da espec. > 1 MΩ
314	PROJETO/TESTE FUNC	MAIOR	WFI	Requisito/Especificação	Durante o teste de recebimento fase (A) a telemetria da potência de saída TMSO 14 acusou valor errado
361	PROJETO/TVACUO	MAIOR	OEB	Requisito/Especificação	O circuito de aquecimento da OEB não funcionou durante o ensaio termo vácuo patamar frio -10 °C
362	PROJETO/TVACUO	MAIOR	OEB	Requisito/Especificação	Troca de banda falhou para o lado esquerdo óptico

NCR	Origem / Detecção	Maior / Menor	Equipamento	Impacto (S, C, R/E)	Descrição
420	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	SPE	Requisito/Especificação	Durante a inspeção de recebimento do SPE observou-se que as dimensões da CX superior estavam fora da espec.
580a	FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO	MENOR	OEB	S, C	Na inspeção final verificou-se um pequeno estrago na pintura da Cx do OEB
589	PROJETO/AIT	MENOR	SPE	S, C	Impossibilidade de montar os conectores com as capas protetoras
592	SET UP TESTE/TVACUO	MENOR	OEB	S, C	Contaminação química dentro da câmara térmica (ver MRB 001/99)
593	FABRICAÇÃO/MONTAGEM	MAIOR	OEB	S, C	Dois fios seccionados durante a integração do modulo OMB

APÊNDICE C
TABELAS DAS ECR'S DOS SUBSISTEMAS ESTRUTURA, PSS, TT&C, DCS E
WFI (CBERS-1&2)

Aqui são apresentadas as tabelas das ECR's ou ECN's, de acordo com os atributos mencionados na metodologia e que serviram de base para levantamento dos custos de acordo com os critérios de Modificação de Engenharia de Ciclo Longo e Ciclo Curto.

As informações foram extraídas da mesma base de dados citada no Apêndice B.

O destaque na cor cinza indica ECR's de Ciclo Longo.

Na coluna referente ao impacto, estes são indicados como:

- S: Schedule (Cronograma)
- C: Custo
- R/E: Requisito/Especificação

ECR	Natureza	Equipamento / Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo / Ciclo Curto	Descrição
083	Plano de Verificação	Qualificação de processos	S, C	CC	Correção de texto e cancelamento do plano de desenvolvimento de modelos e qualif.de processos.
147	SOW	ESTRUTURA	S, C	CC	Melhorar a descrição para melhor entendimento do contrato
186	SOW	CYLINDER	Requisito/Especificação	CL	Atualização
193	SOW	ESTRUTURA/SAG	S, C	CC	Requisitos Gerais
199	REL TESTE	SAG(YOKE HINGE)	Requisito/Especificação	CL	Medidas da tensão de torque do Yoke Hinge

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
017	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 10	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
018	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 09	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
019	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 08	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
020	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 07	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
021	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 06	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
022	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 05	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
023	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 04	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
024	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 03	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
025	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 02	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
026	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONV # 01	Requisito/Especificação	CL	A potência aumentou, portanto o volume, dimensões e formato mudarão
027	ESPECIFICAÇÃO	BATTERY	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
028	ESPECIFICAÇÃO	SHUNT	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
029	ESPECIFICAÇÃO	BDR	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
043	ESPECIFICAÇÃO	BATTERY	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
071	ESPECIFICAÇÃO	SAG	Requisito/Especificação	CL	Retirar a camada anti-reflexo do coverglass para aumentar a eficiência da célula
072	ESPECIFICAÇÃO	SAG	S, C	CC	Correção de texto e retirada de TBC e TBD e compatibilização com outras espec.
073	ESPECIFICAÇÃO	SAG	S, C	CC	MGSE
074	ESPECIFICAÇÃO	SAG	S, C	CC	Atualização e correção de texto (espec. técnica, eficiência de cel. e des. da cel. solar)
076	ESPECIFICAÇÃO	SCOE	S, C	CC	Atualização e correção de texto
080	ESPECIFICAÇÃO	BHC	Requisito/Especificação	CL	O BHC será incorporado no BDR (simplificará a interface elétrica e mecânica e economia de massa)
084	ESPECIFICAÇÃO	BATTERY THERMAL CONTROL	S, C	CC	Correção de texto atualização da especificação
086	ESPECIFICAÇÃO	BATTERY THERMAL CONTROL	S, C	CC	Correção de texto atualização da especificação
088	ESPECIFICAÇÃO	SHUNT	Requisito/Especificação	CL	Correção de texto atualização da especificação
089	ESPECIFICAÇÃO	BDR	Requisito/Especificação	CL	Correção de texto atualização da especificação
090	ESPECIFICAÇÃO	CONVERSOR	Requisito/Especificação	CL	Correção de texto atualização da especificação
110	ESPECIFICAÇÃO	PSS	Requisito/Especificação	CL	Atualização de acordo com os novos requisitos dos outros subsistemas
112	SOW	Battery Pack	S, C	CC	Modificação das quantidades (Product Matrix)

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
113	ESPECIFICAÇÃO	Battery Pack	Requisito/Especificação	CL	Adequação de todo o sistema
114	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
115	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
116	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
117	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
118	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
119	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
120	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
121	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
122	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
123	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do IDS
124	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Correção do IDS
125	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Correção do IDS
129	SOW	Battery Pack	S, C	CC	Correção do SOW
141	IDS	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Correção do IDS

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
144	ANAL TERM	SAG(Análise Térmica)	Requisito/Especificação	CL	Correção e atualização da especificação
153	ANAL CONF	SAG	Requisito/Especificação	CL	Atualização do documento e correção da análise
155	ESPECIFICAÇÃO	PSS SCOE	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação AIT testes
162	DESCR DE PROJETO	SAG	Requisito/Especificação	CL	Atualização e adequação do projeto (diagrama elétrico e cabo blindado do sensor solar)
163	ESPECIFICAÇÃO	PSS SCOE	S, C	CC	AIT Testes
169	IDS	BATTERY	S, C	CC	A função foi eliminada do equipamento
181	IDS	SHUNT	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
182	IDS	BDR	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
183	IDS	BATTERY PACK	Requisito/Especificação	CL	Harness
184	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
206	ESPECIFICAÇÃO	BDR, SHUNT	Requisito/Especificação	CL	Frequência de chaveamento e Ripple/Spike
207	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
219	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção da espec.
288	PLANO DE TESTE	Battery	S, C	CC	Atualização do documento
296	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Modificação no endereçamento dos pinos do conector de entrada do conversor p/ atender TC disponíveis
297	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	A velha posição dos cabos no conector não permitem trançá-los conforme requisito de EMI

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
298	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Modificação da pinagem do conector para melhoramento na fabricação
299	IDS	SHUNT	Requisito/Especificação	CL	Inclusão de linha de retorno para sinais de teste
301	SOW	Battery	Requisito/Especificação	CL	Inclusão de um heater para a bateria no SOW
309	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Alteração da pinagem do conector de telemetria
327	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Adequação da especificação
328	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Adequação da especificação
334	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
349	IDS	SHUNT	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
350	IDS	BDR	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
351	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
352	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
353	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
354	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
355	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
356	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
357	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
358	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
359	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
360	IDS	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
361	IDS	SAG	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
365	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
396	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
397	ESPECIFICAÇÃO	PSS	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
412	ESPECIFICAÇÃO	BDR	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
413	ESPECIFICAÇÃO	PSS	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
424	ESPECIFICAÇÃO	DCDC CONVERTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
444	REL TESTE	DCDC CONVERTER	S, C	CC	Atualização do procedimento de teste
446	REL TESTE	SAG	S, C	CC	Correção de código

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
002	ESPECIFICAÇÃO	TRANSPONDER BANDA S	S, C	CC	Correção do IDS
005	ESPECIFICAÇÃO		S, C	CC	
006	ESPECIFICAÇÃO		S, C	CC	Correção de texto e numeração
007	ESPECIFICAÇÃO		S, C	CC	Correção de texto e numeração
038	ESPECIFICAÇÃO	ANTENA1 BANDA S	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
039	ESPECIFICAÇÃO	ANTENA2 BANDA S	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
098	IDS	S BAND TRANSPONDER	S, C	CC	Atualização do IDS
099	IDS	S BAND ANTENNA	S, C	CC	Atualização do IDS
100	IDS	S BAND ANTENNA 2	S, C	CC	Atualização do IDS
134	ESPECIFICAÇÃO	TT&C S BAND	Requisito/Especificação	CL	Correção da especificação
138	ESPECIFICAÇÃO	TT&C S BAND	Requisito/Especificação	CL	Correção da especificação
140	ESPECIFICAÇÃO	TT&C S BAND	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
143	ESPECIFICAÇÃO	TT&C S BAND	Requisito/Especificação	CL	Correção e atualização da espec.(+ ou - 80 KHz na Fn e + ou - 115KHz no resto na tx de 3KHz p/ (Sweep Range)
145	ESPECIFICAÇÃO	TT&C S BAND	Requisito/Especificação	CL	Troca da perda de modulação de telemetria de onda quadrada por onda senoidal
151	ESPECIFICAÇÃO	S BAND TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Adequação da espec. ao transponder da MECB
152	SOW	S BAND TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Correção e adequação do SOW p/ atendimento dos requisitos ambientais, EMI/EMC e de projeto

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
167	ESPECIFICAÇÃO	S BAND TRANSPONDER	S, C	CC	Fechamento de IA's da revisão de engenharia
168	ESPECIFICAÇÃO	S BAND TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção da espec. do Transponder
175	IDS	S BAND TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
176	IDS	S BAND TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
220	SOW	TT&C	S, C	CC	Adequação do SOW
264	SOW	TT&C Operation	S, C	CC	Atualização e adequação do SOW de operação do TT&C
287	ESPECIFICAÇÃO	TT&C	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção da especificação
289	ESPECIFICAÇÃO	TT&C	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção da especificação
341	IDS	S BAND TRANSPONDER	S, C	CC	Atualização da especificação
342	IDS	S BAND ANTENNA 1	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
343	IDS	S BAND ANTENNA 2	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
344	IDS	HYBRID	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
345	IDS	COAXIAL CABLES TT&C	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
415	IDS	S BAND TT&C	Requisito/Especificação	CL	
431	IDS	CABLE SET	S, C	CC	Atualização da especificação

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
014	ESPECIFICAÇÃO	DCS	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
035	ESPECIFICAÇÃO	ANTENA UHF	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
036	ESPECIFICAÇÃO	ANTENA BANDA S	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
046	ESPECIFICAÇÃO	DCP TRANSPONDER	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
047	ESPECIFICAÇÃO	UHF TRANSMITTER	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
048	ESPECIFICAÇÃO	DIPLEXER	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
067	ESPECIFICAÇÃO	ANTENAS B. UHF&S	Requisito/Especificação	CL	Será apresentado o gráfico de EIRP no lugar do Ganho
081	ESPECIFICAÇÃO	UHF Transmitter	Requisito/Especificação	CL	Modificação na locação de potencia do DCS UHF Transmitter
082	ESPECIFICAÇÃO	DIPLEXER	Requisito/Especificação	CL	Modificação na locação de potência do DCS diplexer e da massa
096	IDS	UHF ANTENNA	S, C	CC	Atualização do IDS
097	IDS	S BAND ANTENA	S, C	CC	Atualização do IDS
106	PLANO DE TESTE	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Incluir figura de ruído e índice de modulação do transponder DCP
137	ESPECIFICAÇÃO	SCOE	Requisito/Especificação	CL	Correção da especificação
154	SOW	TRANSPONDER, SHUNT, BATERIA	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção
158	CRON	TRANSPONDER, SHUNT, BATERIA	Requisito/Especificação	CL	Compatibilização cronograma de entrega com o financeiro


ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
161	PLANO DE TESTE	TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção da espec. do Transponder (figura de ruído e Índice de modulação)
164	IDS	UHF TRANSMITTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção de requisitos gerais
173	IDS	DIPLEXER	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção (requisitos gerais)
179	IDS	S BAND ANTENNA	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
180	IDS	UHF ANTENNA	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
185	IDS	DCP TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
188	IDS	UHF ANTENNA	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
189	IDS	COAXIAL CABLE SET	Requisito/Especificação	CL	Coaxial Cables
198	IDS	S BAND ANTENNA	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
208	IDS	DCP TRANSPONDER	S, C	CC	Regulação de Voltagem
209	IDS	DIPLEXER	Requisito/Especificação	CL	Regulação de Voltagem
238	IDS	DCP TRANSPONDER	S, C	CC	Atualização do IDS
239	IDS	UHF TRANSMITTER	S, C	CC	Atualização do IDS
240	IDS	DIPLEXER	S, C	CC	Atualização do IDS
243	IDS	UHF ANTENNA	S, C	CC	Atualização do IDS
335	IDS	DCP TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
336	IDS	UHF TRANSMITTER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
337	IDS	DIPLEXER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
338	IDS	UHF ANTENNA	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
339	IDS	S BAND ANTENNA	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
340	IDS	COAXIAL CABLE SET	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
422	ESPECIFICAÇÃO	DCS	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
425	IDS	S BAND ANTENNA	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
426	IDS	DIPLEXER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
428	IDS	DCP TRANSPONDER	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
016	ESPECIFICAÇÃO	WFI	S, C	CC	Correção de texto e retirada de TBC e TBD e compatibilização com outras especificações
065	ESPECIFICAÇÃO	SCOE	S, C	CC	Correção de texto e compatibilização com outras especificações
101	IDS	OEB	S, C	CC	Atualização do IDS
102	IDS	SPE	S, C	CC	Atualização do IDS
103	IDS	WFI MODULATOR	S, C	CC	Atualização do IDS
109	ESPECIFICAÇÃO	WFI	Requisito/Especificação	CL	Modificação, Correção e Atualização da especificação
157	ESPECIFICAÇÃO	WFI SCOE	S, C	CC	Deletar comunicação serial RS-232 por rede local
159	ESPECIFICAÇÃO	WFI	S, C	CC	Deletar requisito de "Total Phase Shift" da espec.
160	ESPECIFICAÇÃO	WFI SCOE	Requisito/Especificação	CL	Atualização e correção da espec. da interface WFI e IRDT
172	ESPECIFICAÇÃO	WFI	Requisito/Especificação	CL	Aumentar o número de telemetrias analógicas
195	IDS	OEB	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
196	IDS	SPE	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
197	IDS	MODULADOR	Requisito/Especificação	CL	Requisitos Gerais
223	IDS	OEB	S, C	CC	Atualização do IDS
224	IDS	SPE	S, C	CC	Atualização do IDS
225	IDS	MODULADOR	S, C	CC	Atualização do IDS
346	IDS	OEB	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
347	IDS	SPE	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
348	IDS	MODULATOR	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
398	IDS	OEB	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação

ECN	Natureza	Equipamento/ Processo	Impacto (S, C, R/E)	Ciclo Longo /Ciclo Curto	Descrição
399	IDS	SPE	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
400	IDS	MODULATOR	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação
401	ESPECIFICAÇÃO	WFI	Requisito/Especificação	CL	Atualização da especificação

ANEXO A - SEQUÊNCIA E FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES DE RETRABALHO DOS CONVERSORES DC/DC – CBERS-2 (CB – REV- 040)

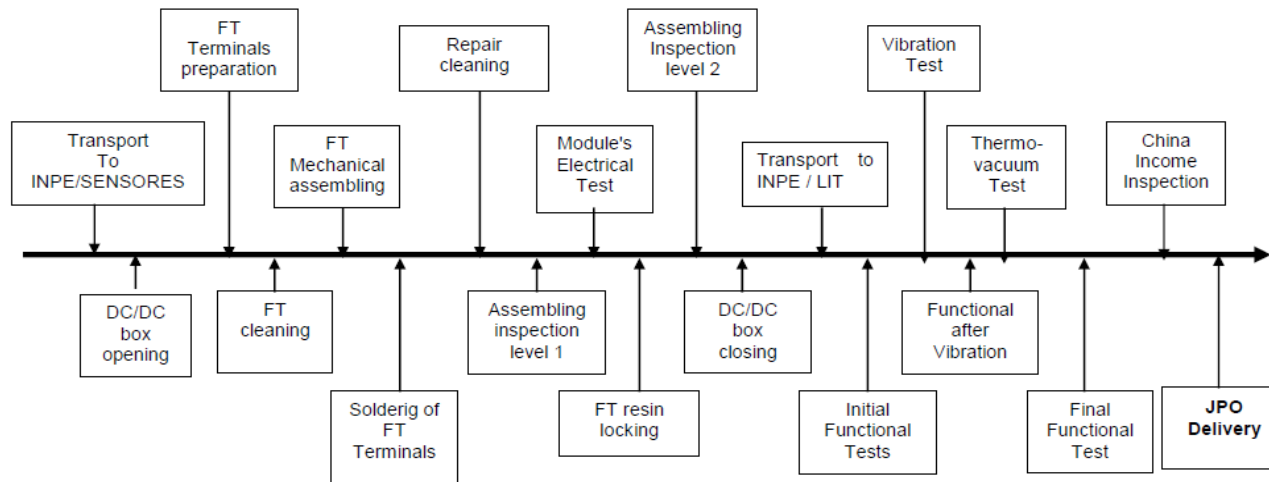
	CHINA - BRAZIL EARTH RESOURCES SATELLITE	DOCUMENT CB-REV-040	
		PAGE 9	ISSUE 01

The DCDCs rework tasks, functional testing and environmental testing sequence is presented below including JPO delivery meeting.

Flowchart of these activities is presented on next page

- 1) DC/DC CONVERTERS SN3 REWORK & TEST SEQUENCE SCHEDULE
 - Remaining DC/DCs SN3 shipment to Brazil: November 2002
 - DC/DC disassembling and FT removal: November 2002
 - FT acquisition: October to December 2002
 - FT acceptance at factory: December 2002
 - FT incoming inspection at INPE: January 2003
 - FT assembling on the 20 DC/DC converters: January to February 2003
 - Functional reference tests 10 DC/DC S/N 03: January to February 2003
 - Vibration tests of 10 DC/DC S/N 03: January to February 2003
 - Functional test after vibration: January to February 2003
 - Thermo-vacuum tests of 10 DC/DC S/N 03: January to February 2003
 - Functional tests 10 DC/DC S/N 03: January to February 2003
 - Review meeting at INPE: March 06, 2003
 - DC/DC S/N 03 shipment to China: March 09 - 11, 2003
 - DC/DC S/N 03 China income inspection tests: March 12th to March 17th, 2003
 - DC/DC S/N 03 delivered to JPO: March 17th, 2003

- 2) DC/DC CONVERTERS SN02 REWORK & TEST SEQUENCE SCHEDULE
 - Shipment to Brazil: August and November 2002
 - Disassembling and FT removal: December 2002
 - FT acquisition: October to December 2002
 - FT acceptance at factory: December 2002
 - FT incoming inspection at INPE: January 2003
 - FT assembling on the 10 DC/DC converters: January to February 2003
 - Initial Functional reference tests 10 DC/DC S/N 02: March to April 2003
 - Vibration tests of 10 DC/DC S/N 02: April to May 2003
 - Functional test after vibration-SN02: May 2003
 - Thermo-vacuum tests of 10 DC/DC S/N 02: May 2003
 - Final Functional tests 10 DC/DC S/N 02: May 2003
 - DC/DC S/N 02 shipment to China: May 29 to June 01 – 2003
 - DC/DC S/N 02 China income inspection tests: June 03 to 10– 2003
 - DC/DC S/N 02 delivered to JPO: June 17– 2003



ACTIVITIES FLOWCHART OF DC/DC CONVERTERS REWORK