TESE
879

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

...A DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

"SISTEMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE: O USO DAS NORMAS ISO SÉRIE 9000 NO SETOR ESPACIAL"

ANTONIO CARLOS DA COSTA NEVES

ITAJUBÁ - 1996

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEI
Biblioteca
MAUÁ
BIM

"SISTEMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE: O USO DAS NORMAS ISO SÉRIE 9000 NO SETOR ESPACIAL"

ANTONIO CARLOS DA COSTA NEVES

ORIENTADOR : PROF. LUIZ GONZAGA MARIANO DE SOUZA, PHD

ITAJUBÁ, 1996

CLASS. 658.5:629.7(043.2)
CUTTER. N511s
TOMBO. 879

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Luiz Gonzaga Mariano de Souza, pela orientação competente e pelo relacionamento de amizade transcorrido durante a realização deste trabalho.

- Aos professores da EFEI, pelo constante estímulo durante o curso, que direta ou indiretamente colaboraram para a concretização deste trabalho.

- Ao INPE, pelo apoio dado, sem o qual dificilmente conseguiria a disponibilidade necessária para o cumprimento das etapas que culminaram com a finalização deste trabalho.

- À Banca Examinadora composta pelos doutores Lauro Tadeu Guimarães Fortes, Sebastião Carlos da Costa e Luiz Gonzaga Mariano de Souza, que contribuíram com sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

- À Teresinha, minha esposa, pelo incentivo contínuo durante todo o tempo que estive envolvido no curso de mestrado e pelo dedicado companheirismo nas viagens a Itajubá.

- Aos colegas e amigos de Itajubá que sempre nos receberam de forma acolhedora e gentil, deixando boas lembranças e justificando a frase contida em "outdoor" de um restaurante na entrada da cidade: "Itajubá, cidade fácil de ser amada".

RESUMO

O crescente interesse pela certificação ISO 9000 vem induzindo de forma generalizada uma padronização a nível internacional nos sistemas da qualidade das empresas, influenciando inclusive as indústrias ligadas ao setor espacial.

Este trabalho destina-se ao estudo da aplicação de sistemas da qualidade organizados de acordo com as normas ISO série 9000 na área espacial.

Apresenta-se o perfil do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) como instituição difusora da qualidade na área espacial, as dificuldades encontradas durante o processo de qualificação de fornecedores para o setor espacial, os principais impactos e restrições causadas pelo ambiente espacial e os sistemas da qualidade empregados pelas agências espaciais.

Baseando-se nas normas ESA (European Space Agency) analisam-se os requisitos de qualidade aplicados aos produtos de uso espacial, comparando-os com os requisitos especificados na norma ISO 9000 e identifica-se a necessidade de requisitos suplementares a serem incorporados aos sistemas da qualidade dentro da padronização ISO 9000. Com o objetivo de facilitar a preparação das empresas propõe-se diretrizes e uma tabela de correspondência visando as orientações necessárias para adaptação dos sistemas da qualidade.

Discute-se ainda o caso de uma empresa fornecedora do INPE que é certificada pela ISO 9001, analisando-se as interferências ocorridas nos trabalhos da área espacial e a influência sofrida pelo sistema da qualidade da empresa.

Finalmente são apresentadas as principais conclusões sobre o uso das normas ISO série 9000 no setor espacial, as recomendações para o desdobramento do assunto em trabalhos futuros, as observações relevantes e sugestões finais para a consolidação da qualidade no setor espacial.

ABSTRACT

The ISO 9000 certification has been applied in industries and in general way carrying an international standardization in quality systems and affecting the ones that are working in space area.

The subject of this work is to study the quality systems application organized according to ISO 9000, in order to be used in the space industries.

The profile of INPE (National Space Research Institute) is presented, showing the difficulties found during the qualification process for space suppliers, the main impacts due to space environment and the quality systems that has been used by space agencies.

Based on ESA (European Space Agency) standards, the quality requirements applied for space products are presented and additional requirements are identified to be included in industries quality systems. Directives are proposed to help the industries adaptation including the additional requirements in their quality systems.

The case study of INPE's supplier industry certified by ISO 9001 is presented and the interference occurred in the works of space area is analyzed, including the influence caused in its quality system.

Finally, the main conclusions about the ISO 9000 application in space area, the recommendations for future works deployments, the relevant observations and final suggestions for space area quality improvement, are presented.

SUMÁRIO

1.0 - INTRODUÇÃO **01**

1.1 - Objetivo 01
1.2 - Origem 01
1.3 - Contribuição 02
1.4 - Importância 02
1.5 - Estrutura 02

2.0 - CENÁRIO DO INPE NA ÁREA DE TECNOLOGIA ESPACIAL **05**

2.1 - Introdução 05
2.2 - Histórico 05
2.3 - Situação Presente 07
2.3.1 - Diretrizes do INPE 07
2.3.2 - Diretrizes da Área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE) 08
2.3.3 - Perspectivas Atuais 08
2.4 - Diagnose das Atividades Operacionais 09
2.4.1 - Infra-estrutura Disponível 09
2.4.2 - Participação Industrial 10
2.4.3 - Necessidades das Indústrias 11
2.4.4 - Papel do INPE de acordo com as Diretrizes Institucionais 11
2.4.5 - Vantagens e Benefícios 12
2.5 - Diagnose da Organização 12
2.5.1 - Estrutura Funcional da ETE 12
2.5.2 - Descrição da Organização 13
2.5.3 - Convênios 14
2.6 - Diagnose de Recursos Humanos 15

3.0 - A QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES PARA A ÁREA ESPACIAL **17**

3.1 - Introdução 17
3.2 - Dificuldades encontradas 17
3.3 - Limitações do INPE 19
3.4 - Situação das Empresas 21
3.5 - Tendências e Perspectivas 22

4.0 - O ENFOQUE DA QUALIDADE PARA A ÁREA ESPACIAL 23

4.1 - Introdução 23
4.2 - A Qualidade voltada para a Garantia do Produto 23
4.3 - O Ambiente Espacial 24
4.4 - O Sistema de Garantia do Produto - SGP 26
4.4.1 - Objetivos do SGP 26
4.4.2 - Estruturação Funcional do SGP - Responsabilidades 27
4.4.3 - Documentação do SGP 27

5.0 - REQUISITOS DE QUALIDADE PARA PRODUTOS ESPACIAIS 29

5.1 - Introdução 29
5.2 - Requisitos de Gerenciamento 29
5.3 - Requisitos de Confiabilidade 30
5.4 - Requisitos de Partes, Materiais e Processos - PMP 31
5.4.1 - Seleção de PMP 32
5.4.2 - Controle de PMP 33
5.4.3 - Documentação de PMP 33
5.5 - Requisitos de Garantia da Qualidade 33
5.5.1 - Garantia da Qualidade na Fase de Projeto 34
5.5.2 - Garantia da Qualidade na Fabricação 36
5.5.3 - Garantia da Qualidade nos Testes 36
5.5.4 - Documentação da Garantia da Qualidade 37
5.6 - Requisitos de Controle de Configuração 38
5.6.1 - Identificação da Configuração 38
5.6.2 - Comitês de Controle de Configuração - CCB 39
5.6.3 - Modificações na Fase de Projeto 39
5.6.4 - Modificações na Fase de Fabricação 40
5.6.5 - Configuração do Produto Final 41
5.6.6 - Rastreabilidade 41

6.0 - COMPARAÇÃO DE REQUISITOS - ISO 9000 X ÁREA ESPACIAL 42

6.1 - Introdução 42
6.2 - Responsabilidade da Administração 43
6.2.1 - Análise Teórica 43
6.2.2 - Diagnose 44
6.3 - Sistema de Qualidade 45
6.3.1 - Análise Teórica 45
6.3.2 - Diagnose 46
6.4 - Análise Crítica de Contrato 47
6.4.1 - Análise Teórica 47
6.4.2 - Diagnose 48

6.5 - Controle de Projeto 49
6.5.1 - Análise Teórica 49
6.5.2 - Diagnose 51
6.6 - Controle de Documentos e Dados 52
6.6.1 - Análise Teórica 52
6.6.2 - Diagnose 53
6.7 - Aquisição 53
6.7.1 - Análise Teórica 53
6.7.2 - Diagnose 54
6.8 - Controle de Produto Fornecido pelo Cliente 55
6.9 - Identificação e Rastreabilidade de Produto 56
6.10 - Controle de Processo 57
6.11 - Inspeção e Ensaio/Situação da Inspeção e Ensaios 57
6.12 - Controle de Produtos Não Conformes 58
6.13 - Manuseio, Armazenamento, Embalagem, Preservação e Entrega 59
6.14 - Controle de Registros da Qualidade 60
6.15 - Treinamento 61

7.0 - PREPARAÇÃO DO SISTEMA DA QUALIDADE DA EMPRESA 63

7.1 - Introdução 63
7.2 - Diretrizes para Implementação de Requisitos 64
7.3 - Tabela de Correspondência 66

8.0 - ESTUDO DE CASO - EMPRESA X1 68

8.1 - Introdução 68
8.2 - Descrição da Empresa 68
8.3 - Estratégia Operacional da Empresa 69
8.4 - Descrição do Sistema da Qualidade 70
8.5 - Missão e Princípios da Empresa 72
8.6 - Política para a Qualidade 72
8.7 - Estrutura da Empresa 73
8.8 - Implantação da ISO 9000 74
8.9 - Reflexos Internos 74
8.10 - Conclusões 75

9.0 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 76

9.1 - Conclusões 76
9.2 - Recomendações 77

BIBLIOGRAFIA 78

APÊNDICE I - OBSERVAÇÕES RELEVANTES E SUGESTÕES FINAIS

Ia - Introdução
Ib - Observações Relevantes
Iba - Trabalhos Conjuntos / Parcerias
Ibb - Recursos Humanos
Ic - Sugestões Finais

APÊNDICE II - TRANSPARÊNCIAS DA APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

IIa - Transparência Folha de Rosto do Trabalho
IIb - Transparência Objetivo / Importância / Contribuição
IIc - Transparência Estrutura do Trabalho
IId - Transparência Cenário do INPE na Área de Tecnologia Espacial
IIe - Transparência Qualificação de Fornecedores para o Setor Espacial
IIf - Transparência O Ambiente Espacial
IIg - Transparência Composição do Sistema de Garantia do Produto
IIh - Transparência Requisitos de Qualidade para Produtos Espaciais
IIi - Transparência Metodologia de Estudo Comparativo
IIj - Transparência Tabela de Correspondência
IIk - Transparência Exemplo de Aplicação-Metodologia de Qualificação de Projeto
III - Transparência Exemplo de Aplicação-Confiabilidade do Projeto
IIm - Transparência Estudo da Empresa X1
IIn - Transparência Conclusões
IIo - Transparência Observações Relevantes
IIp - Transparência Sugestões Finais

Escola Federal de Engenharia
Biblioteca
MAUÁ
BIM
EFEI

1.0 - INTRODUÇÃO

1.1 - OBJETIVO

Este trabalho objetiva contribuir para a simplificação do processo de qualificação de fornecedores para o setor espacial. A idéia é adequar às necessidades da área espacial os sistemas da qualidade baseados na padronização ISO 9000, hoje implantados em um grande número de empresas, através da introdução de um conjunto mínimo de requisitos adicionais. O método utilizado baseia-se em estudos comparativos entre as normas ISO série 9000 e as normas PSS da ESA (European Space Agency).

1.2 - ORIGEM

A origem do trabalho relaciona-se com as atividades de seleção e qualificação de fornecedores de produtos e serviços, desenvolvidos pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), para aplicação nos projetos de satélites e equipamentos de uso espacial. Toma-se como base a premissa de que todo o processo de qualificação de fornecedores pode ser facilitado e tornado menos oneroso, caso as empresas possuam sistemas da qualidade bem organizados e efetivamente implantados.

Em análise inicial realizada nas normas ISO 9000, é possível constatar que inúmeras diretrizes são compatíveis e estão em conformidade com os procedimentos usualmente adotados pelo INPE. A partir desses estudos iniciais analisa-se, em maiores detalhes, as diferenças entre os requisitos da qualidade estabelecidos pelas normas ISO 9000 e os preconizados pelas normas de agências espaciais, incluindo as utilizadas pelo próprio INPE.

Paralelamente, percebe-se um interesse crescente das indústrias pela adoção de padrões de qualidade com base em normas ISO 9000, inclusive de algumas empresas fornecedoras do INPE em início de processo de certificação nessa padronização.

Com o advento das normas ISO 9000 e a sua tendência de disseminação pelas empresas, consolida-se a idéia de se aprofundar estudos que levem a uma compatibilização mais ampla entre as normas ISO 9000 e as utilizadas na área espacial. Tal compatibilização seria buscada com a introdução de requisitos suplementares, a serem incorporados aos sistemas da qualidade organizados de acordo com as normas ISO série 9000, de modo a permitir a sua aplicação pelas empresas fornecedoras do INPE, em plena conformidade com os requisitos de qualidade previstos para a área espacial.

Dentro do panorama apresentado, esta idéia sugere a oportunidade de um trabalho inovador e com reais possibilidades de aplicação nas empresas fornecedoras do programa espacial brasileiro.

1.3 - CONTRIBUIÇÃO

Espera-se com este trabalho explorar os principais aspectos da qualidade da área espacial não explicitados claramente nos requisitos da norma ISO 9001, de forma a realçar a sua importância e fornecer diretrizes que facilitem a sua incorporação em sistemas da qualidade organizados em conformidade com as normas ISO 9001.

Este trabalho poderá ser usado também como uma referência para as empresas certificadas ou em fase de certificação pelas normas ISO 9000 que, pela adição de requisitos complementares no seu sistema da qualidade, poderão atender as exigências da área espacial aproveitando integralmente toda a estrutura da qualidade já disponível .

1.4 - IMPORTÂNCIA

A questão da aplicação das normas ISO 9000 nas empresas fornecedoras de produtos para a área espacial tem sido, por várias vezes, levantada nas áreas de gerenciamento do INPE, porém sem que se tenha até o presente maiores subsídios sobre o assunto.

Mesmo a nível internacional, após pesquisa em anuários de relatórios técnicos editados nos últimos 5 anos por agências espaciais sobre o assunto, conseguiu-se apenas uma referência (24) que trata do uso das normas ISO série 9000 no lugar das normas militares, nas indústrias ligadas a área de defesa do governo norte americano .

Trata-se portanto de assunto relevante tendo em vista o crescente interesse no meio empresarial pelas normas ISO 9000, que cria um clima propício para estimular a certificação das empresas participantes do programa espacial brasileiro, com conseqüentes benefícios, não só adequando a qualidade dos seus produtos e serviços, como também facilitando os trabalhos de qualificação de fornecedores por institutos como o INPE.

Nesse contexto o trabalho proposto é bastante oportuno e tem características inéditas, pretendendo desse modo iniciar a apresentação do assunto dentro de uma base teórica, que poderá constituir-se num ponto de partida para futuros estudos, que permitam uma padronização normativa para o uso das normas ISO 9000 na área espacial.

1.5 - ESTRUTURA

O trabalho é desenvolvido através de análises bibliográficas das normas ESA , ISO 9000, de planos de garantia do produto elaborados pelo INPE e também de estudo de caso envolvendo uma indústria nacional fornecedora de produtos espaciais e do próprio INPE.

No capítulo 1 são apresentados os dados introdutórios ao trabalho, os antecedentes que levaram ao seu desenvolvimento, a sua organização e os resultados esperados com a sua realização.

O capítulo 2 apresenta uma análise do INPE realizada com base em documentos internos e levantamentos de campo em suas instalações, com o objetivo de verificar as suas realizações, potencialidades, dificuldades e envolvimentos externos, permitindo desse modo uma visão realista da sua atuação dentro do setor espacial e trazendo subsídios para as conclusões deste trabalho.

O capítulo 3 aborda os problemas encontrados pelo INPE para a qualificação de seus fornecedores, discorrendo sobre as dificuldades encontradas, as limitações do próprio INPE, a situação das empresas envolvidas nos trabalhos da área espacial, as tendências e perspectivas futuras. Apresenta também um prognóstico da situação do envolvimento das indústrias nacionais em futuros programas espaciais em função da atual política de abertura da economia adotada pelo governo federal. A explanação dos assuntos é tratada de forma a ressaltar os aspectos relacionados com o sistema da qualidade das empresas.

O capítulo 4 procura caracterizar o conceito da qualidade voltada para produtos espaciais e apresenta o ambiente espacial, com suas restrições típicas impactivas na qualidade. Apresenta também o sistema de garantia do produto empregado pelas agências espaciais, com seus objetivos, sua estruturação típica e documentação aplicável.

O capítulo 5 apresenta os requisitos relativos ao gerenciamento, confiabilidade, garantia da qualidade, controle de configuração e partes materiais e processos. Esses requisitos são baseados em normas de agências espaciais e em planos de garantia do produto elaborados pelo INPE.

O capítulo 6 corresponde ao estudo comparativo entre os requisitos da qualidade para produtos espaciais e os requisitos das normas ISO 9000 (ISO 9001 e ISO 9004-1). Esses estudos compreendem uma análise teórica e uma diagnose, que servirão de base para o estabelecimento de requisitos suplementares, a serem adicionados aos sistemas da qualidade das empresas elaborados de acordo com a padronização ISO 9000.

O capítulo 7 apresenta diretrizes para implementação dos requisitos de qualidade para produtos espaciais nas empresas, através de suplementações que permitam adaptar seus sistemas da qualidade baseados nas normas ISO 9000. Consiste na proposta de utilização de uma tabela de correspondência e de diretrizes aplicadas a cada um dos elementos do sistema de qualidade conforme a ISO 9001, como guias para facilitar os trabalhos de implementação.

O capítulo 8 apresenta uma análise realizada em uma empresa fornecedora de produtos espaciais para o INPE, que recentemente teve seu sistema da qualidade certificado de acordo com a norma ISO 9001, trazendo desse modo relevante contribuição para as conclusões deste trabalho, devido a sua experiência adquirida na aplicação dos requisitos de qualidade para a área espacial, dentro de um ambiente organizado conforme padronização ISO 9000.

O capítulo 9 apresenta as conclusões mais relevantes deste trabalho, relativas ao uso das normas ISO 9000 nas indústrias espaciais. Apresenta também recomendações aplicáveis para a continuidade dos estudos aqui realizados em futuros trabalhos.

O Apêndice I apresenta as observações relevantes sobre trabalhos conjuntos, parcerias e recursos humanos, como fatores de influência em sistemas da qualidade e no envolvimento de indústrias do setor espacial. Apresenta também sugestões que podem trazer benefícios para a área espacial do país.

O Apêndice II inclui como anexos todas as transparências utilizadas durante a apresentação do trabalho.

2.0 - CENÁRIO DO INPE NA ÁREA DE TECNOLOGIA ESPACIAL

2.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo fazer o estudo da área de Engenharia e Tecnologia Espacial do INPE, que é responsável pelo desenvolvimento de satélites. A sua experiência na área de projeto e fabricação de sistemas e equipamentos espaciais acumula cerca de 15 anos de trabalho marcados pelo lançamento em 1993 do primeiro satélite produzido no Brasil.

O INPE é seguramente o maior usuário no país de normas de agências espaciais como ESA e NASA e tem efetivamente implantado um sistema de garantia do produto atuante, que dá suporte a todos os desenvolvimentos de satélites realizados pelo Instituto. Esse sistema de garantia do produto tem elaborado vários planos de trabalho, baseados em requisitos da qualidade das normas ESA (European Space Agency), para aplicação nos programas institucionais da área de engenharia e tecnologia espacial do INPE.

Mais recentemente o INPE tem experimentado um envolvimento crescente com as indústrias que participam dos projetos realizados dentro do seu programa espacial. A participação industrial tem se apresentado como alternativa interessante para aumentar a capacidade do INPE no desenvolvimento de seus trabalhos, viabilizando a execução de novos projetos. Todavia como se trata de uma área emergente e muito específica, não tem sido encontradas referências que enfoquem os resultados de trabalhos conjunto entre o INPE e indústrias na área espacial.

Portanto este estudo, considerando a experiência acumulada pelo INPE dentro de uma visão evolutiva, analisando suas realizações, potencialidades, dificuldades, envolvimentos externos e perspectivas futuras, fornecerá subsídios relativos à participação do INPE e ao envolvimento de indústrias nacionais na área espacial.

2.2 - HISTÓRICO

A partir de 1982 o INPE contratou técnicos e engenheiros para trabalhar no desenvolvimento de satélites da MECB (Missão Espacial Completa Brasileira). Entre 1982 e 1985, como parte do contrato entre o Brasil e o Canadá, especialistas do INPE e da Embratel participaram da construção dos satélites de telecomunicações Brasilsat 1 e 2, fabricados pela empresa canadense SPAR. Os pesquisadores e engenheiros participantes da MECB também fizeram estágios em indústrias e agências espaciais na Europa e Estados Unidos. Desse modo adquiriram experiência parcial no projeto, fabricação e testes de satélites, bem como familiarização com normas e procedimentos adotados por agências e indústrias espaciais.

Em 1984 o INPE desenvolveu o projeto e iniciou as obras do Laboratório de Integração e Teste (LIT), com a participação de assessores franceses. Tal laboratório destina-se às atividades de integração e testes ambientais dos satélites do INPE, incluindo testes aplicados a subsistemas, equipamentos e componentes utilizados nos satélites. O LIT, único laboratório do gênero no hemisfério sul foi inaugurado em dezembro de 1987 e constitui ferramenta fundamental para assegurar a integridade dos satélites durante a fase crítica do lançamento e no ambiente hostil do espaço, já que seus equipamentos permitem a simulação dessas condições.

Em 1985 o INPE reorganizou a sua estrutura gerencial para o programa MECB, permitindo a implantação de parte substancial da infra-estrutura necessária ao desenvolvimento de satélites. Foram criados entre outras, áreas de atividades específicas como a Garantia do Produto e a Engenharia do Produto, responsáveis respectivamente pela garantia da qualidade e pelo desenvolvimento e qualificação de métodos e processos utilizados no projeto e fabricação dos satélites.

Em meados da década de 80, o INPE iniciou a fabricação de modelos protótipos dos equipamentos a serem incorporados ao SCD1 (Satélite de Coleta de Dados I). Nesta fase, a maior parte dos trabalhos foi realizada internamente, havendo uma participação muito pequena de indústrias nacionais, mesmo assim abrangendo somente a área de fabricação mecânica (usinagens, calandragens, soldagens e ajustagens). Ainda nesta fase, o INPE iniciou trabalhos para desenvolvimento de fornecedores de serviços especializados para tratamento superficial de materiais metálicos, como suporte aos processos desenvolvidos internamente, de fabricação de partes dos satélites.

As atividades desenvolvidas nas fases de projeto, fabricação e testes dos diversos equipamentos componentes dos subsistemas do satélite SCD1, abrangendo os modelos de engenharia, qualificação e de vôo, trouxeram uma considerável experiência que elevou a capacitação das equipes do INPE, propiciando melhorias na sua organização e criando facilidades para a participação industrial nos programas espaciais.

No início da década de 90, iniciou-se um processo de evasão de pessoal técnico do INPE, que acarretou sensível prejuízo a sua capacidade produtiva, forçando como conseqüência um aumento na participação de fornecedores externos, que por sua vez estimulou as indústrias a se envolverem mais diretamente, inclusive assumindo a fabricação de equipamentos já desenvolvidos e anteriormente fabricados pelo Instituto. Tais fatos iniciaram decisivamente a transferência para a indústria da experiência adquirida pelo INPE, nas atividades de fabricação de produtos com qualificação espacial.

Com a realização dos testes de qualificação e de aceitação do satélite SCD1, com a sua integração no veículo lançador e seu lançamento ocorrido em janeiro de 1993, o INPE pode consolidar a sua capacitação em projetos espaciais, indo desde a fabricação de partes elementares até a integração, testes e lançamento de satélites. Esta capacitação se refletiu no aprimoramento tecnológico das equipes envolvidas no projeto, destacando-se as do Gerenciamento do Programa, da Garantia do Produto e de Testes Ambientais.

2.3 - SITUAÇÃO PRESENTE

Em 1992 o INPE concluiu estudos que culminaram com o estabelecimento de diretrizes para orientar as atividades realizadas pelo Instituto, de modo a responder aos direcionamentos da política governamental e adequar-se a uma realidade em processo de contínuas e significativas alterações. Seguem abaixo as diretrizes mais relevantes relacionadas à participação industrial, conforme dados internos do INPE (29).

2.3.1 - Diretrizes do INPE

- Geral:

O INPE evitará a verticalização, procurando contratar empresas especializadas para suprir suas necessidades de serviços e produtos e restringirá suas atividades operacionais às identificadas como estratégicas, por considerações de salvaguarda do conhecimento ou garantia da qualidade.

- Desenvolvimento de Satélites e Participação Industrial:

Os programas de desenvolvimento de sistemas espaciais, deverão incorporar metas de capacitação em novas tecnologias e de participação industrial, buscando o envolvimento do setor produtivo, inclusive no desenvolvimento e na manufatura de subsistemas.

- Atividades Operacionais:

O INPE deverá promover a participação de empresas de serviços especializados, na realização de atividades e na exploração de sua infra-estrutura dedicada à prestação de serviços operacionais, sempre que esta alternativa se mostrar viável e vantajosa para o Instituto.

- Organização:

Novas propostas de atividades ou projetos de pesquisa e desenvolvimento, deverão ser, preferencialmente, formuladas em cooperação com outras instituições.

- **Recursos Humanos:**

O INPE deverá promover e apoiar a realização de cursos que permitam o treinamento, a especialização e o aperfeiçoamento em áreas de sua competência.

2.3.2 - Diretrizes da Área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

- **Perfil de Atuação:**

A ETE deverá adequar-se a um modelo de atuação caracterizado pela gestão de programas, executados com alto grau de participação industrial. Para tanto, deverá orientar-se de modo a assegurar capacitação em:

- concepção, especificação e gestão de programas espaciais;
- P&D em tecnologias estratégicas.

- **Participação Industrial:**

A participação industrial nos programas e projetos da ETE, deverá atender às necessidades dos programas prioritários e aos objetivos institucionais de promover e consolidar a capacitação tecnológica de empresas nacionais, na área espacial.

A ETE deverá apoiar a indústria na obtenção de recursos junto a fontes financiadoras, para custear investimentos necessários a sua capacitação na área espacial.

A ETE deverá buscar alternativas de contratação externa, para execução de tarefas sem conteúdo inovador ou de caráter repetitivo.

2.3.3 - Perspectivas Atuais

Dentro de um quadro evolutivo, as indústrias que anteriormente apenas reproduziam equipamentos projetados e fabricados pelo INPE, passaram inicialmente a ter um envolvimento maior, realizando alterações nos projetos existentes, propondo melhorias ou adequações a novas especificações e assumindo a responsabilidade por todas as modificações decorrentes, desde a documentação até a fabricação e testes dos equipamentos. Posteriormente, com a experiência adquirida, as indústrias passaram a realizar o projeto completo e a fabricação de equipamentos, a partir de especificações fornecidas pelo INPE.

Ao longo desse processo, as indústrias passaram a fazer alguns investimentos visando a fabricação de produtos espaciais: construindo salas limpas, adquirindo ferramental específico e realizando treinamento de pessoal, de modo a atender aos requisitos estabelecidos pelo INPE, de acordo com normas militares e de agências espaciais.

Mais recentemente tem-se observado a tendência de associação entre indústrias com o objetivo de viabilizar a participação em projetos de maior porte. Por sua vez, as indústrias envolvidas nos projetos, começam a desenvolver fornecedores, aumentando assim a participação industrial nos programas do INPE.

Face a essa situação, o INPE procura dar ênfase na sua estrutura gerencial de projeto com vistas a uma participação industrial mais efetiva, de forma a realizar o acompanhamento detalhado das atividades desenvolvidas pelas indústrias, principalmente na área de garantia da qualidade.

Dentro do quadro atual de participação industrial, pode-se identificar indústrias com perfis de atuação bem definidos, orientando a sua capacitação para atividades específicas, estabelecendo assim áreas de competência externa ao INPE, que permitem aumentar sobremaneira o potencial da força de trabalho envolvida, caracterizando-se desse modo como fator importante para viabilização de novos projetos de maior vulto.

O recente plano de carreira adotado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, praticamente tem obrigado os engenheiros das equipes envolvidas nos programas espaciais, a dividirem o seu tempo participando de cursos de pós-graduação, o que acaba acarretando temporariamente, numa redução ainda maior da disponibilidade de pessoal do INPE, efetivamente atuando nos projetos.

Ressalta-se como ponto negativo, que tem prejudicado os esforços de participação industrial, os problemas econômicos a nível de governo, que dificultam a liberação de recursos, acarretando atrasos nos pagamentos das indústrias envolvidas, que por vezes vêem-se forçadas a remanejar o seu quadro de pessoal face a essa situação, sem contar os próprios atrasos ocorridos nos cronogramas dos projetos.

2.4 - DIAGNOSE DAS ATIVIDADES OPERACIONAIS

2.4.1 - Infra-estrutura Disponível

Atualmente o INPE dispõe dos seguintes meios para realização de suas atividades operacionais:

- Oficina Mecânica: composta por máquinas para processamento de chapas, soldagens, usinagens de precisão e usinagem CNC.

Escola de Engenharia de Biblioteca MAUÁ BIM EFEI

- Laboratório de Integração e Testes: composto por instalações em áreas limpas, equipado com instrumentação e dispositivos para realização de testes ambientais (vibração, vácuo-térmico, "spin", choque e compatibilidade eletromagnética), a serem aplicados na qualificação de produtos para uso espacial.

- Laboratório de Circuito Impresso: composto por equipamentos de fotoredução, fotoplotagem, furação CNC, galvanoplastia, transferência de imagem, corrosão, deposição de estanho-chumbo, serigrafia, acabamento mecânico, laboratório químico metalográfico e controle da qualidade.

- Área Limpa para fabricação eletrônica: composta por salas equipadas com bancadas para montagens eletrônicas, estações para soldagem manual, proteção contra descargas eletrostáticas, temperatura e umidade controladas e filtragens para classe de limpeza padrão 100.000 (Fed Std 209D).

2.4.2 - Participação Industrial

Atualmente pode-se identificar capacitação externa ao INPE, através de empresas em condições de prestar serviços, para atender suas necessidades relativas a atividades operacionais, conforme dados abaixo:

Fabricação Mecânica: as empresas Digicon e Aeroeletrônica de Porto Alegre, tem realizado serviços de usinagens em máquinas CNC, como subcontratadas do INPE para produção de equipamentos para o satélite CBERS (China Brazil Earth Resources Satellite). Tendo em vista a natureza deste tipo de atividade, pode-se inferir que um número razoável de empresas especializadas em usinagem mecânica, poderiam de forma similar, habilitar-se para realizar tais trabalhos.

Fabricação de Placas de Circuito Impresso: a empresa Microeletrônica de São Paulo, passou por auditorias e teve seus produtos submetidos a uma série de ensaios de qualificação, obtendo-se resultados satisfatórios que a habilitam a produzir placas de circuito impresso, que inclusive estão sendo utilizadas em equipamentos fabricados por empresas contratadas pelo INPE para fornecimento de equipamentos para satélites.

Montagens Eletrônicas: praticamente todas as empresas envolvidas com os projetos do INPE, criaram ou adaptaram suas equipes, para a realização das atividades de fabricação voltadas para montagem eletro-eletrônica e integração de equipamentos de vôo. As equipes foram capacitadas para a preformação de componentes, soldagem manual, aplicação de adesivos e confecção e instalação de cablagens.

Tratamento de Materiais: Existem algumas empresas em condições de prestar serviços de alodinização (conversão química) de peças de alumínio e de eletrodeposição química para tratamento de peças metálicas (estanhagem, niquelação e douração).

2.4.3 - Necessidades das Indústrias

As indústrias contratadas de maior porte, tem procurado se equipar, instalando salas limpas, adquirindo ferramental e treinando pessoal qualificado. Todavia as empresas menores, não possuem a mesma capacidade de investimento e são forçadas por vezes a utilizar as instalações do INPE para execução dos seus trabalhos. Seguem abaixo considerações, sobre a utilização pelas indústrias dos meios disponíveis no INPE.

- O Laboratório de Integração e Testes (LIT), tem realizado quase que a totalidade dos testes ambientais, para qualificação e aceitação dos produtos fabricados pelas empresas contratadas do INPE. Tais serviços em princípio devem ser prestados pelo INPE, tendo em vista o elevado custo de investimento que representa tal laboratório, devido a complexidade das instalações e sofisticação dos equipamentos utilizados nos testes. Dificilmente as empresas teriam condições de assumir tal responsabilidade.

- O Laboratório de Circuito Impresso tem fabricado placas para as indústrias em pequena escala, atendendo apenas situações emergenciais, onde os prazos de entrega estabelecidos pela Microeletrônica afetam os cronogramas dos projetos em andamento. Salienta-se também, que os custos de fabricação da Microeletrônica tem sido bastante elevados, devido provavelmente, a pequena proporção de mercado representado por estes itens e também pela ausência de concorrentes.

- A área limpa para fabricação eletrônica tem sido alugada com alguma freqüência para empresas menores subcontratadas, que utilizam apenas as instalações do INPE, provendo seu próprio ferramental e material de trabalho. Tal fato tem viabilizado a participação de pequenas empresas nos produtos fornecidos ao INPE, o que potencialmente representa a possibilidade de futuros envolvimentos nos projetos de desenvolvimento do Instituto.

- A Oficina Mecânica teve participação reduzida no processo de envolvimento com indústrias, tendo em vista a sua pequena capacidade produtiva devido ao pouco pessoal disponível e também às características de seu maquinário.

2.4.4 - O Papel do INPE de acordo com as Diretrizes Institucionais

O INPE deve promover empresas externas para a realização das suas atividades operacionais, aproveitando melhor seus recursos disponíveis (principalmente recursos humanos) para realização de atividades com conteúdo inovador. Entende-se por tarefas inovadoras aquelas que apresentem aspectos de evolução tecnológica, como por exemplo desenvolvimento de novos processos, adaptações ou melhorias em processos já existentes, ou ainda a capacitação na utilização de novas tecnologias. Desse modo o pessoal do INPE anteriormente responsável pela realização de tarefas repetitivas, passaria dentro dessa nova visão a realizar trabalhos de desenvolvimento tecnológico, que poderiam trazer benefícios aos projetos do INPE e indiretamente às indústrias contratadas, que se capacitariam a realizar novas atividades operacionais, oriundas das tecnologias aplicadas.

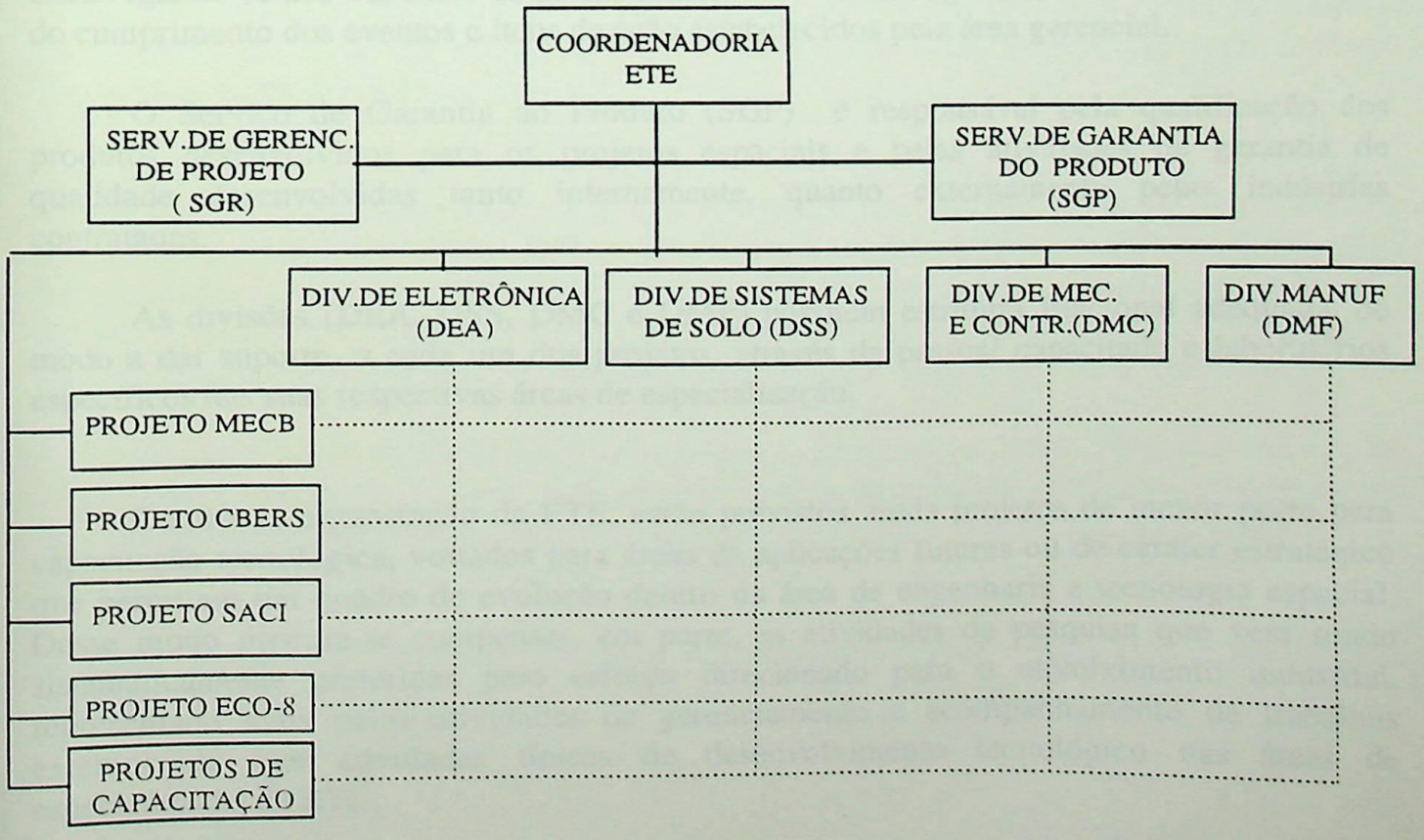
2.4.5 - Vantagens e Benefícios

Além dos benefícios citados anteriormente relativos a capacitação em novas tecnologias, pode-se visualizar como uma vantagem a exploração da infra-estrutura existente no INPE por empresas participantes dos programas espaciais, considerando que via de regra existe uma capacidade disponível em termos de equipamentos, principalmente no Laboratório de Circuito Impresso. Esta exploração poderia trazer ao INPE mão de obra adicional e mesmo materiais para suas necessidades internas, sem falar na manutenção e investimentos que adviriam como conseqüência de um contrato de exploração bem elaborado, que certamente traria inúmeras vantagens ao Instituto. Por outro lado, pode-se também deduzir que este envolvimento teria aspectos vantajosos para as empresas que, além de satisfazer suas necessidades específicas, teriam como contrapartida a capacitação dos seus elementos em trabalhos com alto padrão de qualidade.

2.5 - DIAGNOSE DA ORGANIZAÇÃO

2.5.1 - Estrutura Funcional da ETE

A organização interna da área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE) do INPE baseia-se na forma de estrutura matricial, conjugando uma estrutura gerencial representada por projetos, com uma estrutura funcional representada pelas divisões com suas respectivas áreas de especialização, conforme croquis abaixo:



2.5.2 - Descrição da Organização

O Projeto MECB (Missão Espacial Completa Brasileira), pioneiro na área de engenharia e tecnologia espacial, teve inicialmente a função de desenvolver capacitação do pessoal da ETE e atualmente é responsável pelo desenvolvimento de satélites de pequeno porte (até 150kg), de coleta de dados e sensoriamento remoto .

O Projeto CBERS (China Brazil Earth Resources Satellite) é responsável pelo desenvolvimento dos satélites de maior porte (até 2 toneladas), em conjunto com a China, que se destinam a observação da terra tanto na faixa visível como no sensoriamento infravermelho.

O Projeto SACI (Satélite Científico) é responsável pelo desenvolvimento de um microsatélite , destinado a realização de experiências científicas em ambiente espacial, nas áreas de medições de luminescência, partículas, bolhas de plasma e magnetismo.

O Projeto ECO-8 (Equatorial Communication), realiza atualmente estudos de viabilidade para desenvolvimento de oito microsatélites de baixo custo para comunicação de voz e dados, girando em órbita equatorial baixa (2000km), dando cobertura total ao Brasil (principalmente região amazônica) e países situados geograficamente na região do equador.

O Serviço de Gerenciamento do Projetos (SGR) dá suporte aos diversos projetos, encarregando-se dos trabalhos de acompanhamento dos cronogramas e contratos, bem como do cumprimento dos eventos e itens de ação estabelecidos pela área gerencial.

O Serviço de Garantia do Produto (SGP) é responsável pela qualificação dos produtos desenvolvidos para os projetos espaciais e pelas atividades de garantia de qualidade desenvolvidas tanto internamente, quanto externamente pelas indústrias contratadas.

As divisões (DEA, DSS, DMC e DMF) possuem estrutura funcional adequada, de modo a dar suporte a cada um dos projetos, através de pessoal capacitado e laboratórios específicos nas suas respectivas áreas de especialização.

Dentro da organização da ETE, estão previstos ainda projetos de menor porte para capacitação tecnológica, voltados para áreas de aplicações futuras ou de caráter estratégico que permitam um quadro de evolução dentro da área de engenharia e tecnologia espacial. Desse modo procura-se compensar, em parte, as atividades de pesquisa que vem sendo sistematicamente preteridas pelo esforço direcionado para o envolvimento industrial, representado mais pelas atividades de gerenciamento e acompanhamento de trabalhos externos do que atividades típicas de desenvolvimento tecnológico nas áreas de especialização da ETE.

Tais projetos contemplam todas as divisões da ETE e tem caráter diversificado envolvendo, entre outros, estudos de: compactação de circuitos eletrônicos; empacotamento de equipamentos; desenvolvimento de propulsores; aplicações de GPS (Global Positioning System) em satélites; desenvolvimento de câmeras para observação da Terra e materiais compostos para uso espacial.

2.5.3 - Convênios

No tocante a convênios, a ETE possui 4 convênios (dados de 1995) em vigor: um em alto nível com a Telebrás para estudos de comunicações por satélites; um com a UFRJ para cooperação técnica científica em análise estrutural mecânica e dois com o Tribunal Superior Eleitoral visando a assessoria na área de informática e comunicação de dados. O INPE no seu total registra em vigência 79 convênios com instituições públicas, empresas e universidades, abrangendo os mais variados tipos de cooperação e objetivos. Verifica-se portanto que a ETE possui um dos índices mais baixos (7,4%) de convênios em funcionamento.

Cabe ressaltar porém que até o ano de 1994 a ETE manteve um convênio com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), digno de citação tendo em vista os seus resultados. Tal convênio permitiu a UFSC realizar cursos de pós-graduação na área de engenharia térmica, implantar laboratórios e formar vários mestres e doutores na área, inclusive com trabalhos de doutorado realizados junto a universidades na Alemanha. O INPE beneficiou-se com a formação de um desses doutores e com o desenvolvimento de projetos de tubos de calor para uso espacial. A UFSC por seu lado está sendo selecionada para a implantação de um núcleo de controle térmico de satélites, aprovado pela Agência Espacial Brasileira (AEB).

A AEB recentemente iniciou trabalhos com vistas a organização de um programa de formação e capacitação de recursos humanos nas diversas áreas de tecnologias pertinentes aos satélites de comunicações. Tal programa prevê inicialmente o envolvimento de cinco universidades (ITA, UNICAMP, USP, UFRJ e UFSC) e um instituto de pesquisa (INPE). As linhas de pesquisa e desenvolvimento estão voltadas para as áreas de telecomunicações, microeletrônica, projeto estrutural, controle térmico, qualidade, materiais e processos.

Ainda a nível de INPE deve-se registrar a experiência obtida pelo Laboratório de Integração e Testes (LIT) que, embora sem a formalização de convênios, tem adotado acordos de cooperação técnica com várias empresas (Johnson, IBM, GLASSURIT, VASP, etc), que têm resultado nos seguintes benefícios ao LIT:

- Complementação da infra-estrutura de testes através da utilização de laboratórios específicos das empresas;

- Recursos financeiros para capacitação de pessoal do LIT através da concessão de bolsas de estudos para funcionários;

- Recursos financeiros para concessão de bolsas para treinamento e incentivo tecnológico para estagiários técnicos;

- Reequipamento e investimentos na infra-estrutura de laboratórios do LIT;

- Locação de mão de obra suplementar através das empresas para o LIT;

- Assessoria em processos e tecnologias dominadas pelas indústrias;

- Apoio financeiro para viabilizar viagens ao exterior.

2.6 - DIAGNOSE DE RECURSOS HUMANOS

O INPE até 1988 dispunha de um quadro de funcionários de aproximadamente 1600 elementos. Atualmente este número encontra-se reduzido a 1300 devido a exonerações e aposentadorias. Este processo de evasão passou a prejudicar o Instituto a partir de 1988, quando foram suspensas todas as contratações de novos funcionários. Observou-se uma aceleração do processo de evasão a partir de 1990, com a mudança do regime de trabalho de CLT para RJU (Regime Jurídico Único), culminando com um pico em 1993 com a implantação do plano de carreira destinado aos funcionários do Ministério de Ciências e Tecnologia (MCT), ao qual o INPE é subordinado.

No INPE como um todo a proporção entre exonerações e aposentadorias é respectivamente 42% e 58%. Na ETE o panorama é diferente: a proporção entre exonerações e aposentadorias é aproximadamente de 80% e 20%, respectivamente. As exonerações decorrem em razão dos baixos níveis salariais vigentes no Instituto e das distorções trazidas pelo plano de carreira do MCT, que beneficiou apenas os funcionários titulados (mestres e doutores), não levando em conta a experiência e a capacidade profissional, principalmente dos engenheiros de instituições como o INPE.

Neste aspecto a ETE foi severamente prejudicada devido ao grande número de engenheiros em seu quadro que, apesar da experiência profissional e capacidade de trabalho reconhecidas, foram discriminados salarialmente pelo plano de carreira do MCT. Como conseqüência aumentaram as exonerações e criou-se um clima de insatisfação generalizado na ETE, que tem prejudicado sensivelmente os trabalhos pela desmotivação que acarreta no pessoal da área de desenvolvimento tecnológico. Mais recentemente, com as propostas de mudanças nas leis da Previdência Social, o processo de aposentadorias disparou, trazendo mais um surto de evasão de pessoal do Instituto.

Ressalta-se ainda que, induzida pelas novas regras, grande parte dos engenheiros engajou-se em programas de pós-graduação (mestrado e doutorado) o que acabou reduzindo ainda mais a força de trabalho disponível na ETE. Cita-se também que a crise econômica crônica, que afeta o governo federal, tem trazido escassez e interrupções no fluxo de recursos para seus órgãos, e dessa forma constitui-se como fator desmotivante, interrompendo projetos, atrasando trabalhos e trazendo uma constante desconfiança quanto a continuidade e resultado dos trabalhos em andamento.

O INPE, por seu lado, tem adotado uma política de facilitar o engajamento de seu pessoal em cursos de pós-graduação para mestrado e doutorado. Para a ETE, entretanto, seria muito mais interessante o envolvimento de seu pessoal técnico em cursos específicos e estágios direcionados (em grande parte no exterior), devido à própria natureza de suas atividades que exige uma especialização em áreas de conhecimento pouco desenvolvidas no país. Aliás foi dessa forma que a ETE capacitou-se, em prazo relativamente curto, para realizar o projeto e a fabricação do primeiro satélite brasileiro. Fica portanto evidenciada a distorção advinda do atual plano de carreira do MCT, que privilegia a formação de recursos humanos mais com uma conotação acadêmica do que uma formação mais objetiva e eficaz voltada para o desenvolvimento tecnológico propriamente dito.

Em 1995 iniciou-se um processo de contratação de pessoal, aprovado em concurso, para reposição das perdas ocorridas. Todavia essa reposição ocorreu abaixo do esperado, pois muitos dos elementos aprovados em concurso desistiram de tomar posse em razão dos baixos salários. Como até o presente não se tem novas perspectivas de contratações, estima-se que o quadro de pessoal do INPE continuará decrescendo, principalmente se houver um aquecimento no mercado de trabalho.

A área de RH no INPE tem procurado dentro das suas possibilidades atender as necessidades dos funcionários. Os setores de assistência médica e social prestam bons serviços aos funcionários do Instituto, mantendo convênios e propiciando a comunidade inpeana atendimento de reconhecida qualidade. O Setor de Treinamento tem se esforçado para viabilizar cursos internos de reciclagem e capacitação, principalmente tendo em vista o Programa de Qualidade Total em implantação no Instituto. Todavia é digno de citação a inexistência de um programa interno da ETE para a formação de recursos humanos dirigidos às suas necessidades.

Biblioteca MAUÁ BIM de Itajubá - EFEI

3.0 - A QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES PARA A ÁREA ESPACIAL

3.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo procura-se caracterizar as dificuldades vivenciadas pelo INPE, na seleção e qualificação de fornecedores de produtos e serviços aplicados aos seus programas espaciais, com base na experiência acumulada pelo Serviço de Garantia do Produto, que é a unidade do INPE responsável pela realização de tais atividades.

Os trabalhos relativos à qualificação de fornecedores para a área espacial permitem, através das suas auditorias, uma visão conjunta que identifica as causas das dificuldades encontradas pelas empresas para atendimento dos requisitos estabelecidos pelo INPE. Permite também a identificação das limitações do próprio INPE, que afetam o andamento dos trabalhos, e as situações de mercado, que influem no envolvimento das empresas nos fornecimentos para a área espacial e conseqüentemente nos reflexos trazidos para a sua qualificação.

Dessa forma pretende-se estabelecer a interdependência entre os fatores que influenciam a qualificação de fornecedores para a área espacial, ressaltando-se a importância da atuação dos sistemas da qualidade das empresas, cuja organização dentro dos padrões ISO 9000 podem trazer vantagens e benefícios.

3.2 - DIFICULDADES ENCONTRADAS

As dificuldades encontradas pelo INPE nas atividades de qualificação de fornecedores são devidas principalmente aos seguintes fatores:

Falta de Informações sobre Produtos Espaciais: essa dificuldade deve-se ao desconhecimento por parte das empresas da natureza do produto espacial, do seu ambiente operacional, das suas restrições construtivas, da sua complexidade e dos rígidos requisitos da qualidade aplicados. Essa é invariavelmente a primeira dificuldade que surge nos contatos iniciais com a empresa e exige um trabalho de conscientização por parte do INPE, fornecendo informações e explicando detalhadamente os conceitos e requisitos exigidos pela área espacial. Esse trabalho é mais intenso na fase inicial, embora sejam necessárias repetições sistemáticas ao longo do tempo, até que haja convencimento pleno da empresa quanto a necessidade do cumprimento rigoroso dos requisitos estabelecidos.

Enquanto não ocorrer o comprometimento de toda empresa com a qualidade requerida é esperada a ocorrência de problemas dos mais diversos que podem prejudicar o andamento dos trabalhos. Por outro lado, a experiência vivida com esses problemas deve ser aproveitada para reforçar a conscientização desejada. Dessa forma, até que a empresa consiga absorver os conceitos e a cultura da qualidade espacial espera-se uma fase de dificuldades, que normalmente exige uma atenção constante por parte dos elementos do INPE, na tentativa de superar as dificuldades existentes, de modo a orientar a empresa facilitando a sua qualificação como fornecedora da área espacial.

Sistema da Qualidade Inadequado: a falta de um sistema da qualidade bem organizado em boa parte das empresas, traz dificuldades durante os trabalhos de qualificação de fornecedores. Essas dificuldades acarretam inúmeras adaptações no sistema produtivo da empresa com o objetivo de atender exclusivamente os requisitos mais básicos de garantia do produto estabelecidos pelo INPE. Essas adaptações, via de regra feitas de modo emergencial, causam uma série de alterações nos procedimentos das empresas, que despendem considerável esforço para sua implementação. O INPE por seu lado também é levado a uma sobrecarga de trabalho, devido à necessidade da verificação detalhada das adaptações realizadas, da preparação das inspeções e testes de qualificação e do acompanhamento constante e minucioso dos trabalhos executados.

Apesar de todo esse esforço despendido percebe-se que a situação existente faz com que a experiência absorvida pelas empresas seja bastante limitada e restrita apenas aos setores diretamente envolvidos nos trabalhos, não havendo como conseqüência uma permeabilidade que facilite a transferência dos conhecimentos adquiridos para o restante da empresa, principalmente na área da qualidade. Desse modo as deficiências existentes nos sistemas da qualidade das empresas invariavelmente refletem-se nos seus custos, trazendo ainda uma baixa eficiência nos trabalhos de qualificação de fornecedores realizados pelo INPE.

Pode-se assim constatar que a ausência de um sistema da qualidade adequado, além de trazer os prejuízos já citados, faz com que a empresa perca uma excelente oportunidade de introduzir melhorias na qualidade dos demais produtos, através da experiência adquirida com os trabalhos da área espacial.

Recursos Humanos: a falta de recursos humanos qualificados nas empresas tem sido uma dificuldade constante observada nos trabalhos de qualificação de fornecedores. Estas dificuldades em geral ficam mais evidenciadas quando surge a necessidade de realizar trabalhos diferentes dos normalmente executados pela empresa. Particularmente a área da qualidade é seguramente uma das mais afetadas pela falta de pessoal qualificado .

Por vezes encontra-se pessoal com qualificação razoável, com base em normas isoladas e com experiência voltada para assuntos mais específicos, porém não atendendo os níveis de capacitação necessários para realização de trabalhos na área espacial. Isto acaba trazendo uma carga adicional de trabalho para o pessoal do INPE que, visando compensar tais deficiências, despende tempo repassando informações e auxiliando na solução de problemas da própria empresa, quase sempre de modo circunstancial.

Conseqüentemente, a falta de uma estrutura organizada que venha a suprir as necessidades de formação de recursos humanos para a área espacial, é visualizada claramente e dificulta a capacitação das empresas, prejudicando o desenvolvimento e a qualificação de fornecedores de produtos espaciais.

Infra-estrutura: a falta de infra-estrutura das empresas para realizar trabalhos na área espacial é bastante evidenciada na fase de qualificação de fornecedores.

As maiores dificuldades observadas devem-se à falta de instalações apropriadas como por exemplo laboratórios e salas limpas, falta de ferramental adequado e falta de equipamentos e instrumentos, principalmente para realização das inspeções e testes de qualificação de produtos. Essas dificuldades têm se apresentado como altamente restritivas pois em muitos casos inviabilizam a qualificação das empresas para fornecimentos para o INPE, devido principalmente aos custos elevados dos investimentos necessários para a adequação da infra-estrutura da empresa.

Como alternativa para contornar esta situação, as empresas têm procurado subcontratar alguns trabalhos mais específicos em empresas especializadas que disponham de infra-estrutura mais apropriada para a sua execução. Neste caso as atividades de qualificação se desdobram, acarretando para o INPE um conseqüente acréscimo na sua carga de trabalho. O próprio INPE na medida do possível tem colaborado com as empresas, disponibilizando suas instalações como meio de facilitar e viabializar a participação industrial, através da utilização de seus laboratórios e áreas limpas de fabricação.

3.3 - LIMITAÇÕES DO INPE

Além das dificuldades citadas anteriormente, o INPE por seu lado apresenta limitações que tem prejudicado os processos realizados para qualificação de fornecedores . As principais limitações observadas são:

Disponibilidade de Pessoal: a disponibilidade limitada em número de pessoal na área de Garantia do Produto no INPE, tem afetado diretamente o desenvolvimento dos trabalhos de qualificação de fornecedores, principalmente tendo em vista o seu amplo envolvimento tanto nos trabalhos internos quanto nos realizados externamente ao INPE.

Por outro lado, grande parte das empresas possuem sistemas da qualidade despreparados para atender os requisitos da área espacial e acabam gerando a necessidade de um acompanhamento maior por parte do INPE, devido a visitas e auditorias complementares realizadas na medida em que a empresa vai solucionando os problemas existentes.

Esses fatores aliados são limitantes para a eficiência dos trabalhos de qualificação de fornecedores, principalmente se houver um maior envolvimento de empresas participando do programa espacial.

Qualificação Orientada para o Produto: em face das suas limitações de pessoal envolvido nos trabalhos de qualificação de fornecedores, o INPE tem restringido suas atividades principalmente para os processos ligados diretamente a obtenção do produto ou serviço a ser qualificado. Em outras palavras o enfoque dado pelo Instituto tem sido a qualificação orientada exclusivamente para o produto e a sua atuação tem sido limitada às áreas da empresa que possam afetar significativamente a sua qualidade.

Essa situação é por vezes paradoxal, pois de um lado constata-se que alguns setores da empresa realizam trabalhos com elevado nível de qualidade baseados em procedimentos bem elaborados, enquanto por outro lado o restante da empresa apresenta, comparativamente, trabalhos com padrão de qualidade bem inferior. Esta discrepância observada é devida não somente à diferença de requisitos aplicados nos produtos espaciais em relação aos demais produtos da sua linha normal, mas principalmente devido a deficiências nos procedimentos da qualidade da própria empresa e em alguns casos até mesmo à ausência de um sistema da qualidade efetivamente implementado.

Pela situação exposta, pode-se verificar que é flagrante em muitas empresas a falta de um sistema da qualidade bem estruturado que abranja uniformemente todas as áreas da empresa e evite as disparidades descritas. Isto simplificaria os trabalhos de qualificação de fornecedores desenvolvidos pelo INPE e proveria maior confiança nos produtos e serviços fornecidos pela empresa.

Continuidade dos Fornecimentos: a lei nº 8666/93 (25) que trata de licitações e contratos e sob a qual o INPE como órgão federal da administração direta é obrigado a conduzir seus trabalhos com fornecedores externos, traz uma situação que afeta a continuidade dos fornecimentos por empresas qualificadas, haja visto que todo processo baseia-se em concorrência que por vezes excluí fornecedores já qualificados, que acabam sendo preteridos por outros que deverão ainda se qualificar, predominando na prática o critério do menor preço sobre os aspectos técnicos envolvidos (quase sempre questionados judicialmente).

Conseqüentemente essa situação apresenta-se como uma limitação do INPE, que por motivo de ordem legal tem a sua atuação prejudicada no desenvolvimento de parcerias, que certamente facilitariam e consolidariam o processo de qualificação de fornecedores.

3.4 - SITUAÇÃO DAS EMPRESAS

As empresas envolvidas nos programas espaciais tem passado sistematicamente por situações difíceis, caracterizadas principalmente pelos seguintes aspectos:

Características do Mercado Espacial no Brasil: o significado econômico do mercado representado por produtos espaciais no Brasil tem atualmente dimensões reduzidas, limitando-se ao governo federal através do INPE como cliente exclusivo. Além disso deve-se considerar o reduzido número de satélites efetivamente produzidos e, por se tratarem de pequenos satélites, ressalta-se também o reduzido número de equipamentos instalados nesses satélites, configurando-se assim o baixo volume de produtos contratados junto às indústrias nacionais.

O mercado espacial hoje no Brasil caracteriza-se pela baixa demanda de produtos, cujos custos são elevados devido a sua complexidade, alto teor tecnológico e ainda devido aos requisitos da qualidade exigidos pela área espacial. Desse modo estas solicitações de mercado, aliadas a natureza dos produtos espaciais, induzem a um sistema produtivo tipicamente artesanal, suportado por um sistema da qualidade bem estruturado.

Necessidades de Investimentos: para que as empresas se capacitem a fornecer produtos para a área espacial, será necessária uma série de investimentos relativos à instalações, equipamentos, recursos humanos e procedimentos da qualidade, que podem ter significativo impacto sobre os custos operacionais e a situação financeira da empresa.

Existe muita preocupação por parte das empresas, em efetuar investimentos sem uma segurança de contrapartida por parte do cliente governo, haja visto a incerteza de recursos destinados para o setor. Até mesmo o cumprimento de obrigações contratuais nos contratos de longo prazo, tem sido prejudicado devido a atrasos nos pagamentos por falta de recursos, que compromete seriamente o envolvimento das empresas nos programas espaciais do INPE. Esses problemas tem colocado principalmente pequenas empresas em situações críticas, criando um clima de desconfiança e falta de credibilidade que inibe fortemente a implementação nas empresas de meios adequados para realização de trabalhos na área espacial.

Através dessas considerações fica claramente evidenciada a falta de uma política efetiva que favoreça e incentive a participação de indústrias nacionais nos programas espaciais, dentro de bases seguras que permitam uma consolidação da experiência acumulada e garanta a sobrevivência das empresas do setor. Por outro lado as empresas se vêem forçadas a otimizar seu sistema produtivo, de modo a reduzir seus custos operacionais e assim manter custos compatíveis, principalmente tendo em vista que existe um balizamento de preços com produtos similares de empresas estrangeiras, através dos próprios processos de fornecimentos que em boa parte se dão em base de concorrências internacionais.

Devido a estas particularidades do mercado de produtos espaciais, as empresas estão sendo obrigadas a traçar estratégias de envolvimento que viabilizem a sua participação, harmonizando investimentos necessários, custos e prazos compatíveis e principalmente adequando a sua estrutura, para cumprir os requisitos da qualidade intrínseca dos produtos e serviços fornecidos. Em muitos casos, tal situação caracteriza-se como de difícil compatibilização, acarretando como conseqüência um desinteresse por parte das empresas, devido a sua impossibilidade de competir dentro das condições impostas.

3.5 - TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Em razão da atual política adotada pelo governo federal com relação a privatização de empresa estatais, espera-se que a área de telecomunicações venha a ter grande impulso. A demanda reprimida do setor devido a carência de investimentos tenderá a se reverter, pelo aporte de recursos para sua expansão. Pensando no sistema de comunicação de forma global e principalmente devido as dimensões territoriais do Brasil, pode-se inferir que será necessária a utilização de novos satélites como plataformas para recepção e transmissão de sinais. Constata-se ainda que existe uma tendência atual para o uso de novos sistemas de comunicação, operados a partir de um maior número de pequenos satélites lançados em órbitas mais baixas. Tais sistemas são bastante vantajosos principalmente para países com posição geográfica equatorial, como é o caso do Brasil (26).

Conseqüentemente, confirmando-se essas tendências haverá uma transformação do atual mercado, com o surgimento de novas oportunidades para envolvimento de indústrias nacionais em projetos na área de telecomunicações. Para que tal fato se concretize será necessário um posicionamento governamental que garanta a participação de indústrias nacionais na fabricação de satélites e seus componentes. Por outro lado as indústrias nacionais com pretensões de envolvimento nesse mercado promissor, deverão preparar-se adequadamente, de modo a estarem aptas a participar efetivamente nas suas áreas de especialização.

Uma outra constatação relevante, é a tendência de órgãos como por exemplo o BNDES e FINEP que para certas linhas de financiamento começam a exigir das empresas interessadas certificação ISO 9000. Observa-se também a tendência de empresas internacionais da área espacial, inclusive com larga experiência no projeto de satélites de comunicação, de citarem como referência as normas ISO 9000, como alternativa das normas ESA ou MIL, para padronização dos sistemas da qualidade de seus contratados (27).

4.0 - O ENFOQUE DA QUALIDADE NA ÁREA ESPACIAL

4.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta os conceitos de qualidade aplicados aos produtos espaciais e as condições que caracterizam a área espacial, que via de regra devido a suas particularidades, não são de pleno conhecimento de empresas e pessoas sem envolvimento nos trabalhos da área.

O ambiente espacial é enfocado apresentando-se as situações operacionais típicas para os produtos espaciais, com as restrições ambientais mais impactivas a serem consideradas, fornecendo uma visão geral das principais solicitações presentes durante a sua vida útil.

Os sistemas da qualidade típicos da área espacial, são abordados com base nos sistemas de garantia do produto empregados pelas agências espaciais, definindo seus objetivos, apresentando sua organização funcional, suas responsabilidades e a sua documentação usual, incluindo os requisitos de qualidade aplicáveis aos projetos e produtos.

4.2 - A QUALIDADE VOLTADA PARA A GARANTIA DO PRODUTO

Segundo Hameury (28), "Qualidade" é um termo geral de caráter multidisciplinar voltado para a satisfação plena do cliente, e que se orienta num conjunto de atividades que concorrem para a realização "perfeita" de um produto. O elemento preço deve ser considerado, evoluindo-se então para o binômio "Qualidade-Custo", pelo qual os realizadores de produtos baseiam-se em métodos, regras e meios que permitam obter a melhor relação qualidade/custo e a garantir que o produto vai funcionar corretamente durante o tempo desejado.

Esses métodos, regras e meios de suporte à qualidade são complexos e difíceis de utilizar, sobretudo para os produtos espaciais, onde as severas restrições são preponderantes. Tais disciplinas particularmente úteis em âmbito espacial, aplicadas no projeto e fabricação de lançadores e satélites, que não tem "direito à erro" (pois o erro custa muito caro), tornaram-se fundamentais e devido à sua abrangência normalmente recorrem a vários grupos de especialistas.

No âmbito espacial os especialistas preferem utilizar o termo "Garantia do Produto" ao invés de "Qualidade", acrescentando à qualidade o conceito de disponibilidade, isto é, a aptidão de um produto executar sua missão num instante dado ou num intervalo de tempo determinado. A disponibilidade se relaciona a produtos do segmento espacial e principalmente do segmento solo, e se constitui num parâmetro técnico-econômico fundamental para o usuário do produto. Portanto o termo Garantia do Produto engloba, além da garantia da qualidade propriamente dita, os aspectos relativos a confiabilidade considerando principalmente os produtos do segmento espacial, e também o aspecto segurança, de suma importância no caso dos lançadores.

4.3 - O AMBIENTE ESPACIAL

Um produto fabricado para uso espacial deve ser projetado considerando-se as diversas situações ambientais presentes em sua vida útil, desde a sua fase de desenvolvimento no solo, passando pela fase de lançamento, até a sua operação em órbita. A confiabilidade do produto depende conseqüentemente dos níveis de restrições aos quais será submetido, sendo necessário portanto um conhecimento e análise minuciosa de tais elementos, de modo a se realizar testes e simulações que assegurem a sua imunidade a degradações e envelhecimento precoce, oriundos do ambiente espacial. As principais restrições relativas ao ambiente espacial são as seguintes:

Restrições Mecânicas: correspondem às solicitações que percorrem a estrutura do lançador, passando pelo satélite até os equipamentos nele instalados, acarretando sobretensões diversas dependendo do tipo de lançador e do satélite. Citam-se abaixo as solicitações presentes no lançamento:

- Vibrações Mecânicas : são produzidas pela combustão dos motores e pelos fenômenos aerodinâmicos.

- Vibrações Acústicas: provém da propagação dos gases de escapamento das tubeiras na atmosfera, podendo atingir 150 dB na faixa de 30 a 10.000 Hz.

- Acelerações: resultam do empuxo dos motores em fase de lançamento e dos motores de apogeu para a aquisição de órbita.

- Choques: são de naturezas diversas, essencialmente separação de estágios, acendimento de motores, explosões de parafusos e dispositivos pirotécnicos.

Restrições Químicas: são devidas a fenômenos de corrosão e contaminações causadas pela ação dos gases liberados pelos motores e tubeiras de estabilização, que podem degradar o desempenho, principalmente das partes óticas, durante o lançamento. Entre altitudes de 200km a 300km, principalmente, ocorre um fenômeno de corrosão causado pela concentração de oxigênio monoatômico, gerado pela ação dos fotons que causam ruptura nas ligações inter-atômicas do oxigênio terrestre, originando então o oxigênio monoatômico, que tende a recombinar-se com os materiais dos satélites, provocando uma corrosão que pode degradar as conexões das células solares e revestimentos de polímeros.

Restrições Térmicas: são devidas a fadigas induzidas por choques térmicos nos materiais, através das variações de temperatura ocorridas pela ciclagem orbital durante a vida útil do satélite. Tais variações podem situar-se na faixa entre -170°C (sombra) e +100°C (pleno sol) nas áreas externas dos satélites. Normalmente satélites geostacionários sofrem, durante sua vida, de 500 a 1000 ciclagens térmicas. Já um satélite de órbita baixa pode sofrer até 12.000 ciclagens térmicas durante uma vida de 2 anos.

Restrições por Radiações: são devidas a disfunções ocorridas essencialmente em componentes eletrônicos, causados pela exposição a partículas de alta energia (elétrons e prótons), capturadas no campo magnético terrestre (Cinturão de Van Allen) e pela ação de ions pesados oriundos dos raios cósmicos solares. O efeito da irradiação cósmica sobre os circuitos eletrônicos VLSI pode ocasionar tanto perturbações passageiras ("efeito up set" ou saturação), como panes destrutivas ("efeito latch up").

Restrições por Vácuo: são devidas a problemas causados pela eliminação de gases dos materiais submetidos a forte vácuo (10^{-7} a 10^{-10} Torr), que podem afetar a integridade dos equipamentos, não só pela própria perda de material oriunda da degasagem, mas principalmente pela condensação desses resíduos gasosos nas superfícies frias das lentes e partes óticas dos instrumentos utilizados nos satélites científicos e de observação. Considerando-se os limites admissíveis para perda de material em peso (< 1%) e material volátil condensado em peso (< 0,1%), verifica-se a necessidade de uma rígida seleção e qualificação de materiais, através de ensaios que simulem condições típicas de temperatura e pressão e permitam a utilização de modelos de contaminação para previsão dos riscos envolvidos.

Restrições por Micro-Meteoritos: seus efeitos se traduzem geralmente por degradações nas células solares, proteções térmicas, partes óticas e demais partes situadas nas áreas externas do satélite. Os danos são causados por perfurações, erosões ou penetração de partículas (< 1 micrograma) provenientes do sistema solar, de cometas e asteróides. As maiores concentrações de micrometeoritos ocorrem entre as altitudes de 200km e 500km no espaço interplanetário.

4.4 - O SISTEMA DE GARANTIA DO PRODUTO - SGP

Os sistemas de garantia do produto empregados pelas agências espaciais são operacionalizados por meio de procedimentos elaborados adequadamente, de modo a atender os requisitos estabelecidos no capítulo 5 (Requisitos de Qualidade para Produtos Espaciais), baseando-se numa estrutura funcional organizada de acordo com o item 4.3.2 deste trabalho (Estruturação Funcional do SGP - Responsabilidades).

4.4.1 - Objetivos do SGP

De acordo com a norma ESA-PSS-01-0 (Basic Requirements for Product Assurance of ESA Spacecraft and Associated Equipment) e com os planos de garantia do produto estabelecidos pelo INPE, o SGP, com vistas a satisfazer os requisitos de qualidade de produtos de alta tecnologia e elevado nível de confiabilidade, tem os seguintes objetivos:

- estabelecer diretrizes de modo a assegurar que o sistema efetivamente garanta a qualidade do produto em todos os seus aspectos;

- estabelecer requisitos e procedimentos operacionais que garantam a qualidade do produto durante todo o seu ciclo de produção;

- acompanhar o desenvolvimento verificando o cumprimento dos requisitos estabelecidos para projeto e fabricação dos produtos;

- estabelecer "mecanismos" que garantam a imediata detecção de não conformidades sempre que ocorrerem anormalidades durante o projeto, fabricação e testes do produto e suas partes, ou ainda quando ocorrerem discrepâncias em relação aos procedimentos utilizados;

- garantir a tomada de ações corretivas quando da ocorrência de não conformidades, acompanhando as suas implementações e assegurando a efetiva solução dos problemas ocorridos;

- participar das atividades de inspeção e testes analisando os resultados obtidos e aprovando os produtos em confronto com os critérios de aceitação estabelecidos;

- assegurar através de auditorias da qualidade a conformidade da documentação, métodos, materiais, processos, pessoal qualificado e demais meios utilizados em todas as operações às quais o produto é submetido, em confronto com as especificações estabelecidas;

- avaliar a eficácia das diretrizes e requisitos estabelecidos para o próprio sistema de garantia do produto através de revisões críticas periódicas.

4.4.2 - Estruturação Funcional do SGP - Responsabilidades

Os sistemas de garantia do produto da área espacial podem ter variações dentro da organização de cada agência, todavia funcionalmente constituem-se numa estrutura bem definida coordenada por uma gerência de garantia do produto e de forma geral abrangem as áreas abaixo relacionadas com as respectivas responsabilidades.

Confiabilidade: responsável pelas análises realizadas na fase de projeto do produto, com o objetivo de estudar o seu comportamento durante a vida operacional prevista, estabelecendo as taxas de falha esperadas e o índice de confiabilidade alcançado. Esta função é fundamental para se atingir o nível de qualidade exigido, principalmente para produtos que possuem circuitos eletro-eletrônicos.

Partes, Materiais e Processos: responsável pela aprovação de todas as partes, materiais e processos usados durante todas as fases de fabricação do produto, incluindo as atividades de qualificação necessárias para as aprovações e o estabelecimento e manutenção da lista preferencial de partes e processos utilizados no projeto.

Garantia da Qualidade: responsável pela aprovação dos procedimentos operacionais utilizados pelas áreas de fabricação e testes, bem como o acompanhamento das atividades nessas áreas para garantir a sua conformidade com os referidos procedimentos. É responsável também pela certificação dos operadores habilitados para execução de processos qualificados.

Controle de Configuração: é responsável pela identificação da configuração dos produtos e controle de toda a documentação de projeto, fabricação e testes, incluindo o controle das modificações ocorridas e manutenção da rastreabilidade do sistema de garantia do produto.

4.4.3 - Documentação do SGP

O sistema de garantia do produto possui dois tipos de documentação distintos. Um relaciona-se aos requisitos gerais da área de garantia do produto, documentado sob a forma de normas e procedimentos operacionais utilizados pela sua estrutura funcional. O outro diz respeito às particularidades do projeto em si e contém todos os requisitos específicos relativos às condições operacionais e ambientais do produto, sendo documentado sob a forma de um Plano de Garantia do Produto específico.

Em conjunto com os planos de garantia do produto são utilizados também os SOW's (Statement of Work) que constituem-se em descrições detalhadas de trabalho a serem cumpridas pelos contratados, incluindo os prazos e condições de fornecimento e todas as especificações de desempenho aplicáveis a cada produto fornecido. Tais documentos, quando necessário, orientam a elaboração de procedimentos adicionais e introduzem alterações nos procedimentos já existentes e de modo geral utilizam integralmente os demais procedimentos operacionais da área de garantia do produto.

Dessa forma pode-se aliar a documentação existente na estrutura funcional do sistema de garantia do produto, com a documentação específica baseada nas características particulares do projeto, através de um inter-relacionamento harmônico que permite complementar todas as necessidades para a documentação do sistema da qualidade dirigido ao produto.

5.0 - REQUISITOS DE QUALIDADE PARA PRODUTOS ESPACIAIS

5.1 - INTRODUÇÃO

Os requisitos de qualidade para produtos espaciais constituem-se nos elementos fundamentais que caracterizam os sistemas da qualidade para a área espacial. Esses requisitos baseiam-se em normas e planos de garantia do produto de agências espaciais e na própria experiência acumulada pelo INPE nos trabalhos realizados em projetos espaciais nos últimos 10 anos.

Os mencionados requisitos fornecem os dados necessários para estabelecer o nível de detalhamento e as metodologias de trabalho a serem seguidas, influenciando desse modo diretamente na organização dos sistemas da qualidade das empresas e na elaboração de seus procedimentos, instruções operacionais e rotinas de trabalho.

Através dos requisitos da qualidade especificados para os produtos espaciais, é possível avaliar a compatibilidade dos sistemas da qualidade das empresas, verificando a sua adequação para atendimento das necessidades da área espacial. Permitem também a realização de análises comparativas com os requisitos da qualidade estabelecidos por outras padronizações, como a ISO 9000.

5.2 - REQUISITOS DE GERENCIAMENTO

Os requisitos de gerenciamento são baseados no documento ESA-PSS-01-10 (Product Assurance Management and Audit Systems for ESA Spacecraft and Associated Equipment) e nos planos de garantia do produto elaborados pelo INPE. Estes requisitos dizem respeito ao gerenciamento em nível mais alto das atividades realizadas pelas diversas áreas da estrutura do sistema de garantia do produto e deverão ser estabelecidos através de procedimentos que assegurem:

- a coordenação adequada das equipes de trabalho integrantes do sistema de garantia do produto (confiabilidade, garantia da qualidade, controle de configuração e partes materiais e processos) para apoiar os projetos específicos;

- a verificação do cumprimento dos objetivos do sistema de garantia do produto descritos no item 4.4.1;

- a comprovação da eficácia dos procedimentos, métodos e processos utilizados em função dos resultados esperados;

Biblioteca MAUÁ BIM de Engenharia de Irajubá - ERBI

- a verificação do grau de conscientização, motivação e comprometimento do pessoal com o sistema de garantia do produto;

- a qualificação e avaliação periódica dos fornecedores de produtos e prestadores de serviços;

- a avaliação da capacitação do pessoal e a identificação das necessidades de treinamento;

- a realização de auditorias internas para avaliação de desempenho do sistema de garantia do produto e proposição de melhorias.

5.3 - REQUISITOS DE CONFIABILIDADE

Os principais requisitos de confiabilidade adotados nos programas espaciais correspondem às atividades abaixo relacionadas, realizadas principalmente durante a fase de projeto e conduzidas de acordo com normas ESA-PSS-01-30 (Reliability Assurance Requirements for ESA Space Systems) e ESA-PSS-01-301 (Derating Requirements Applicable to Electronic, Electrical and Electromechanical Components for ESA Space Systems). Além dos documentos ESA, são aplicáveis também as normas militares MIL-STD-756B (Reliability Modeling and Prediction), MIL-HDBK-217F (Realiability Prediction of Electronic Equipment) e MIL-STD-1629A (Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis).

Análises de Confiabilidade: destinam-se a verificar se os índices de confiabilidade dos equipamentos encontram-se dentro dos limites especificados, através de cálculos baseados em diagramas de blocos de confiabilidade e modelos matemáticos representativos dos circuitos utilizados, levando-se em conta a sua complexidade, ciclos de carga e características funcionais.

Estimativas de Confiabilidade: tem por finalidade estabelecer os níveis de confiabilidade dos componentes utilizados no projeto e as necessidades de se adotar redundâncias nos circuitos, para que o índice de confiabilidade do produto final situe-se dentro dos limites especificados. Na fase inicial do projeto as estimativas de confiabilidade baseiam-se no método de contagem de partes, que totaliza as taxas de falha de todos os componentes do produto final de acordo com o modelamento matemático utilizado. Com a definição das condições operacionais dos circuitos, deve-se incorporar às estimativas de confiabilidade as limitações determinadas pela fadiga ("stress derating") em função da temperatura, potência, corrente e voltagem elétricas. Deve-se também considerar as condições ambientais de temperatura no "stress derating".

Análises de Modo de Falha e Efeito (FMEA): destinam-se a levantar os possíveis modos de falha com as respectivas probabilidades de ocorrência, identificando as causas prováveis, os efeitos sobre a operacionalidade dos circuitos, os métodos para sua detecção e as ações para prevenir, reduzir ou compensar os efeitos das falhas no desempenho do produto final. Durante a FMEA todos os pontos de falha única serão identificados e tomadas as ações necessárias para sua eliminação. Os pontos de falha única que não forem passíveis de eliminação serão considerados como itens críticos.

Listagem de Itens Críticos: deve ser elaborada uma listagem de itens críticos para o projeto, destinada a estabelecer um acompanhamento rigoroso para verificação do comportamento de tais itens, tanto durante o ciclo de produção como nos testes do produto final. São considerados como itens críticos:

- os pontos de falha única identificados na FMEA, não eliminados;

- os componentes, materiais e processos sujeitos a alteração de características durante as operações de manuseio, montagem, integração e teste, ou com maior sensibilidade a degradações ambientais durante a sua vida operacional;

- as partes sujeitas a variabilidade devido às limitações do próprio processo de fabricação;

- novos componentes ou técnicas consideradas como "estado da arte", com aplicação recente na área espacial.

5.4 - REQUISITOS DE PARTES, MATERIAIS E PROCESSOS - PMP

Os requisitos de PMP são baseados nos documentos ESA-PSS-01-60 (Component Selection Procurement and Control for ESA Space Systems) e ESA-PSS-01-70 (Materials and Processes Selection and Quality Control for Spacecraft and Associated Equipment). Estes requisitos abrangem a seleção, aquisição, aplicação e armazenagem de PMP, e destinam-se a garantir:

- a redução de falhas de PMP em todos os níveis de fabricação e testes do produto;

- a redução de custos através de um programa de padronização de PMP a serem utilizados;

- a maximização do uso de PMP aprovados e de uso corrente em projetos espaciais;

- a qualificação de PMP novos ou não padronizados;

- o controle das PMP utilizados nos produtos, mantendo os níveis de confiabilidade exigidos.

5.4.1 - Seleção de PMP

A seleção de partes e materiais a serem utilizados será feita preferencialmente na ordem abaixo, baseando-se em:

- listas preferenciais ESA e NASA de componentes e materiais qualificados para uso espacial;

- especificações e normas militares de produtos com aplicação espacial;

- qualificação através de ensaios que assegurem nível de taxa de falhas compatível com a confiabilidade desejada;

- experiência de utilização efetiva com sucesso em outros projetos espaciais similares.

Da mesma forma, todos os processos empregados na fabricação do produto final serão previamente avaliados através de ensaios para qualificação dos materiais, ferramental, mão de obra e procedimentos utilizados na sua aplicação.

5.4.2 - Controle de PMP

O controle de PMP adquiridos para os projetos espaciais é executado por meio de:

- inspeção de recebimento de partes e materiais, baseada em procedimentos que verifiquem as propriedades físicas mais relevantes, confrontando-as com critérios de aceitação previamente estabelecidos;

- inspeção e testes de controle de processo, estabelecidos nos procedimentos aplicativos, que permitam verificar a conformidade dos processos executados com os padrões de aceitação especificados;

- utilização de um programa separado para recebimento e aceitação de itens críticos, bem como o acompanhamento da sua aplicação no "hardware" de vôo;

- **comitês PMPCB (Parts, Materials and Processes Control Board)** que tem por finalidade aprovar todas as partes, materiais e processos selecionados e adquiridos para o projeto, bem como analisar e dispor sobre não conformidades oriundas de PMP;

- testes especiais, investigações em laboratórios e análises de falha de PMP causadoras de degradações ou defeitos, ocorridos durante a realização dos testes funcionais e ambientais;

- auditorias realizadas nos fornecedores de PMP para assegurar a sua capacidade para manter os fornecimentos dentro dos padrões de qualidade estabelecidos.

5.4.3 - Documentação de PMP

As atividades de PMP são suportadas pela seguinte documentação:

- procedimentos e relatórios de recebimento de partes e materiais;

- procedimentos de manuseio e armazenagem de partes, materiais e processos;

- procedimentos de controle e aceitação de processos;

- relatórios de inspeções e testes de controle de processos;

- especificações com propriedades físicas e características funcionais das partes e materiais;

- listas preferenciais de PMP atualizadas;

- certificados de conformidade de PMP de fornecedores;

- relatórios de auditoria em fornecedores;

- atas de reunião dos comitês PMPCB;

- relatórios de testes especiais e análises de falha;

- lista de itens críticos.

5.5 - REQUISITOS DE GARANTIA DA QUALIDADE

Os requisitos de garantia da qualidade baseiam-se no documento ESA-PSS-01-20 (Quality Assurance of ESA Spacecraft and Associated Equipment). De um modo geral os requisitos estabelecidos para a área garantia da qualidade tem por objetivo assegurar que:

- o projeto atenda plenamente as necessidades estabelecidas pelos clientes;

- o produto atenda todas as especificações de projeto;

- todos os procedimentos estabelecidos para as fases de projeto, fabricação e testes sejam rigorosamente cumpridos;

- as não conformidades sejam devidamente identificadas e tratadas;

- a entrega do produto somente ocorra com a aprovação dos resultados de todos os testes e inspeções de aceitação realizadas conforme previsto;

- a embalagem do produto seja adequada para manter a sua integridade e suportar todas as condições previstas de armazenamento e transporte;

- a rastreabilidade seja mantida desde o recebimento das PMP, passando por todo o ciclo produtivo, pela fase de testes de aceitação, até a embalagem, armazenamento e entrega do produto final.

De forma mais detalhada, os requisitos de garantia da qualidade são normalmente subdivididos em função do ciclo de vida do produto, abrangendo as etapas de projeto, fabricação e testes. Esses requisitos estão abaixo descritos, em tópicos separados, incluindo-se também o tópico relativo à documentação da garantia da qualidade.

5.5.1 - Garantia da Qualidade na Fase de Projeto

A garantia da qualidade na fase de projeto baseia-se em auditorias da qualidade e em revisões de projeto. As auditorias na fase de projeto têm por finalidade verificar o cumprimento dos requisitos de controle de configuração, bem como a adequação do pessoal, "software" e demais meios utilizados na execução do projeto. As revisões de projeto normalmente em número de três (revisão de concepção, revisão de engenharia e revisão de qualificação) são respectivamente conjugadas com a fabricação de modelos do produto nos vários estágios de desenvolvimento do projeto (modelo de laboratório, modelo de engenharia e modelo de qualificação), isto é, quando terminados os testes de avaliação de cada um dos modelos, ocorrerá uma revisão de projeto que aprovará os resultados obtidos e, quando for o caso, estabelecerá ações corretivas, de modo a assegurar o cumprimento das especificações de projeto.

A **revisão de concepção** abrange a concepção do projeto e os testes preliminares aplicados ao modelo de laboratório do produto, tendo por finalidade:

- verificar a concepção adotada para o produto a nível de sistema;

- aprovar os resultados obtidos nos testes preliminares;

- verificar a viabilidade do produto atender às necessidades do projeto;

- verificar as interfaces do produto e a sua compatibilidade;

- verificar a viabilidade de fabricação do produto dentro dos custos e cronograma previstos;

- verificar a disposição das não conformidades ocorridas, estabelecendo ações complementares e propondo recomendações, quando necessário;

- aprovar as especificações preliminares do produto.

A **revisão de engenharia** corresponde ao projeto de fabricação e aos testes funcionais aplicados ao modelo de engenharia do produto, tendo por finalidade:

- verificar a compatibilidade do produto com as normas e padrões de engenharia estabelecidos;

- aprovar os resultados obtidos durante os testes funcionais;

- verificar o cumprimento das especificações de desempenho do produto;

- verificar a compatibilidade das partes, materiais e processos utilizados com os critérios de qualificação estabelecidos;

- verificar os resultados das análises de confiabilidade;

- verificar a capacidade do produto em cumprir as especificações estabelecidas na Matriz de Verificação do Projeto;

- verificar a disposição das não conformidades ocorridas, estabelecendo ações complementares e propondo recomendações, quando necessário;

- aprovar a documentação de fabricação e testes a ser aplicada nos futuros modelos de qualificação.

A **revisão de qualificação** abrange a fabricação, montagem e testes, funcionais e ambientais, aplicados ao modelo de qualificação do produto, e destina-se à validação do projeto. A revisão de qualificação prevê as seguintes atividades:

- aprovar os resultados obtidos durante os testes ambientais e funcionais;

- verificar o cumprimento das especificações de desempenho do produto e sua capacidade de suportar as solicitações ambientais espaciais;

- aprovar a lista de PMP utilizada no projeto;

- revisar as análises de confiabilidade e desempenho de itens críticos do projeto;

- verificar o cumprimento das especificações contidas na Matriz de Verificação de Testes;

- verificar a disposição das não conformidades ocorridas, estabelecendo ações complementares e propondo recomendações, quando necessário;

- aprovar a documentação de fabricação e testes a ser aplicada aos produtos de vôo.

5.5.2 - Garantia da Qualidade na Fabricação

Durante a fase de fabricação as seguintes atividades de Garantia da Qualidade serão realizadas:

- **inspeções obrigatórias** em pontos estratégicos, previamente selecionados nos fluxogramas de fabricação do produto, que tem por objetivo assegurar o cumprimento de todos os requisitos previstos até aquele ponto;

- **inspeções "in process"** para verificação da conformidade dos trabalhos em execução, com os respectivos procedimentos estabelecidos, incluindo as atividades relativas aos registros da qualidade;

- **inspeções de aceitação** para garantir o cumprimento das especificações de desempenho do produto final, através dos critérios de aceitação estabelecidos;

- auditorias da qualidade para verificar o cumprimento dos requisitos de partes, materiais e processos, estabelecidos no item 4.3. e para aprovar os meios de fabricação utilizados (laboratórios, áreas limpas, instalações, equipamentos, ferramental e mão de obra qualificada);

- tratamento das não conformidades ocorridas, identificando-as, classificando o seu grau de severidade, avaliando o seu impacto, fazendo a sua disposição inicial e acompanhando as ações corretivas decorrentes;

- reuniões em **comitês de revisão de materiais (MRB - Material Review Board)** para análise, estabelecimento de ações corretivas e disposição final de não conformidades consideradas de maior gravidade.

5.5.3 - Garantia da Qualidade nos Testes

Durante a fase de testes as seguintes atividades de garantia da qualidade serão realizadas:

- reuniões em **comitês de revisão da aptidão aos testes (TRRB - Test Readiness Review Board)** para verificação da adequação dos procedimentos, equipamentos, "set up", pessoal qualificado e demais meios necessários a realização dos testes;

- acompanhamento dos testes realizados no produto final verificando a sua conformidade com os procedimentos aprovados;

- reuniões em **comitês de revisão de testes (TRB - Test Review Board)** para verificação e aprovação dos resultados obtidos, bem como a disposição de não conformidades ocorridas;

- auditorias para qualificação de laboratórios prestadores de serviços de testes, incluindo as condições de calibração e aferição dos padrões utilizados e a adequação dos recursos disponíveis.

5.5.4 - Documentação de Garantia da Qualidade

As atividades de garantia da qualidade são suportadas pela seguinte documentação:

- documentos (pacote de dados) para revisões de projeto;

- procedimentos e relatórios de fabricação, inspeção e testes;

- relatórios de inspeção de recebimento de partes e materiais;

- relatórios e folhas de controle de processo;

- relatórios de não-conformidades;

- atas de reunião de comitês MRB, TRRB e TRB;

- procedimentos e relatórios de calibração e aferição de instrumentos, e meios de fabricação e testes;

- procedimentos e relatórios de controle de contaminação das áreas limpas;

- relatórios de auditorias em fornecedores e prestadores de serviços.

5.6 - REQUISITOS DE CONTROLE DE CONFIGURAÇÃO

Os requisitos de controle de configuração baseiam-se no documento ESA-PSS-01-11 (Configuration Management and Control for ESA Space Systems). Os requisitos estabelecidos para a área de controle de configuração devem ser atendidos através de procedimentos que assegurem:

- a identificação da configuração adotada para o produto final, incluindo suas partes integrantes e documentação associada;

- o tratamento adequado de todas as modificações introduzidas, tanto no projeto quanto na fabricação do produto;

- a aprovação das alterações na configuração estabelecida, através de reuniões de comitês de controle de configuração, especialmente designados para tal fim;

- o gerenciamento dos dados configurados, de modo a manter a sua atualização e garantir a sua divulgação a todos os usuários envolvidos;

- a manutenção da rastreabilidade completa do produto final, através de sistemas de informação associados a documentos e banco de dados computacionais;

- a avaliação periódica do desempenho do sistema de controle de configuração adotado, através de auditorias da qualidade específicas.

5.6.1 - Identificação da Configuração

A identificação da configuração deverá basear-se numa metodologia que estabeleça:

- a identificação do produto final, seus subconjuntos e componentes individuais, através de "part number" designados e centralizados por órgão emissor único;

- a identificação de todos os documentos utilizados para especificação, fabricação e testes dos produtos e suas partes componentes, através de codificação apropriada que correlacione a documentação com os respectivos "part number" dos produtos, e inclua dados do seu "status" de atualização;

- as técnicas e meios utilizados para gravação ou marcação física dos "part number" nos produtos fabricados;

Biblioteca MAUÁ EIM de Engenharia de Irajubá - EFEI

- a utilização de diagramas tipo árvore do produto, que facilite a visualização do produto final com todas as partes componentes, devidamente identificadas com "part number" e apresentadas na sua ordem hierárquica de decomposição. Para cada item constante da árvore do produto deverá estar indicada toda a documentação de especificação, fabricação, montagem e testes do respectivo item.

5.6.2 - Comitê de Controle de Configuração - CCB

O **comitê de controle de configuração (CCB - Configuration Control Board)** é composto por elementos das áreas de projeto, fabricação, testes e garantia do produto, além de outros especialistas convocados quando necessário. O CCB tem as seguintes responsabilidades:

- analisar os pedidos de modificação, classificando-os segundo sua abrangência e verificando as razões e justificativas apresentadas pelo solicitante;

- avaliar o impacto das modificações solicitadas, principalmente no desempenho e confiabilidade de produto, bem como nos aspectos ligados a cronograma e custos do projeto;

- propor ações e fazer recomendações que complementem ou estabeleçam maior embasamento para os pedidos de modificações solicitados;

- aprovar na sua integra ou parcialmente, os pedidos de modificação solicitados, incluindo orientações cabíveis para sua implementação pelo controle de configuração.

Do mesmo modo o CCB é responsável pela aprovação de todos os pedidos de desvios considerados maiores e também pelos pedidos de "waivers" solicitados para o produto final.

Desvios são autorizações concedidas antes da fabricação, inspeção ou teste de um produto específico (determinado número de série ou lote), permitindo a sua execução com alterações em relação aos procedimentos estabelecidos.

"Waivers" são autorizações concedidas para aceitação do produto final que, após fabricação ou mesmo após retrabalho autorizado, não conseguiu atingir as especificações estabelecidas mas é considerado aceitável para uso nas condições em que se encontra.

5.6.3 - Modificações na Fase de Projeto

As modificações ocorridas na fase de projeto originam-se de pedidos formais que serão processados de acordo com os seguintes passos:

- identificação do pedido de modificação, deixando claro a sua abrangência pela indicação de todos os documentos afetados;

- classificação do pedido de modificação (maior ou menor) de acordo com o nível de alteração das características e especificações do produto final;

- aprovação dos pedidos de modificação classificados como maiores pelo CCB, ou pela gerência da garantia do produto, quando os pedidos de modificação forem considerados menores;

- implementação das modificações realizadas conforme estabelecido no pedido e nas recomendações do CCB, alterando toda a documentação afetada;

- distribuição da documentação alterada para todos os elementos usuários envolvidos, tanto da área de projeto quanto das áreas operacionais afetadas pela modificação;

- recolhimento e segregação de toda documentação tornada obsoleta pelas alterações implementadas;

- atualização da documentação do projeto com base nas modificações realizadas, registrando aprovações e implementações efetuadas, e mantendo um histórico que permita a visualização da evolução do projeto em função das alterações ocorridas.

5.6.4 - Modificações na Fase de Fabricação

As modificações ocorridas nas fases de fabricação, montagem, inspeção e testes, afetam somente produtos específicos (com determinado número de série), não acarretando portanto alterações na documentação de projeto. Tais modificações alteram a configuração do produto final e podem originar-se de não conformidades, desvios ou "waivers". As não conformidades ocorridas deverão ser devidamente tratadas e registradas no dossier de fabricação do produto final. Os pedidos de desvio deverão ser processados de acordo com os seguintes passos:

- identificação do pedido de desvio, indicando os procedimentos e processos afetados, e as operações e materiais a sofrerem alterações;

- classificação do pedido de desvio (maior ou menor) de acordo com o nível de interferência no desempenho e na confiabilidade do produto final;

- aprovação dos pedidos de desvios classificados como maiores pelo CCB, ou pela gerência da garantia do produto, quando se tratarem de desvios considerados menores;

- distribuição dos pedidos de desvio aprovados, para as áreas operacionais afetadas;

- registro dos pedidos de desvio aprovados, na documentação "as built" do produto.

Os pedidos de "waivers" deverão ser identificados indicando claramente quais as especificações não cumpridas. Deverão ser obrigatoriamente submetidos ao CCB para aprovação e incluídos na configuração do produto final, caso sejam aprovados.

5.6.5 - Configuração do Produto Final

Cada item (produto final) concluído deverá ser configurado individualmente através dos seguintes documentos:

- manual de instrução contendo dados para operação, manuseio, transporte, armazenamento e entrega do produto;

- sumário da configuração, incluindo uma relação de todos os documentos utilizados com os respectivos níveis de revisão ou versão e também uma relação de todas as partes componentes do produto final, identificadas com os respectivos "part number", número de série e registros de inspeção de recebimento;

- dossier de fabricação contendo a documentação "as built", incluindo os relatórios de fabricação, inspeção e testes;

- matriz de verificação de testes contendo a síntese dos testes realizados, os resultados obtidos e as aprovações da garantia do produto;

- gráficos, curvas e demais dados que permitam uma avaliação detalhada do desempenho e caracterização operacional do produto;

- histórico do produto registrando os períodos (número de horas) de operação e o número de conexões/desconexões ("mate/demate") realizadas;

- certificado de conformidade incluindo um sumário dos desvios e "waivers" aprovados.

5.6.6 - Rastreabilidade

A área de controle de configuração deverá armazenar os dados constantes da configuração dos produtos finais em bancos de dados computacionais, incluindo os dados de configuração das suas partes e materiais, de forma a garantir sua rastreabilidade total (desde os níveis mais elementares até o produto final), através de acesso rápido e seguro das informações previamente memorizadas

6.0 - COMPARAÇÃO DE PADRÕES - ISO 9000 X ÁREA ESPACIAL

6.1 - INTRODUÇÃO

O estudo comparativo realizado entre os requisitos de garantia do produto adotados pelas agências espaciais e os requisitos estabelecidos pelas normas ISO 9000, orienta-se pelos seguintes critérios:

a) São escolhidos para a análise comparativa, dentre os elementos do sistema da qualidade descritos no anexo A (Tabela de correspondência) da norma ISO 9000-1, os que apresentam maior relevância em função das diferenças e impactos trazidos aos sistemas de garantia do produto da área espacial.

b) O estudo comparativo baseia-se nos requisitos descritos na norma ISO 9001, utilizando-se as diretrizes e recomendações contidas na norma ISO 9004-1 para gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade, em confronto com as normas PSS da ESA (European Space Agency) e com os requisitos contidos nos planos de garantia do produto elaborados pelo INPE.

c) A primeira parte do estudo comparativo abrange uma análise teórica de cada um dos elementos do sistema da qualidade estabelecidos na norma ISO 9001, com o objetivo de verificar a sua aplicabilidade, avaliando a sua extensão e o seu nível de detalhamento, para atender as necessidades dos produtos com qualificação espacial. Esta análise discorre sobre os requisitos da garantia do produto estabelecidos para a área espacial não explicitados nas normas da série ISO 9000 e qual a sua relevância nos trabalhos desenvolvidos.

d) A segunda parte do estudo corresponde a uma diagnose, onde são abordados principalmente os seguintes aspectos:

- qual a importância do elemento de qualidade analisado e quais os impactos que a sua falta pode trazer tanto para o produto final como também para a empresa ?
- quais as principais dificuldades para que as empresas incluam os requisitos suplementares da área espacial no seu sistema da qualidade ?
- quais as possíveis alternativas para atendimento dos requisitos suplementares, utilizando a própria estrutura da qualidade da empresa ?
- quais os benefícios e vantagens, para a empresa, oriundos da incorporação dos requisitos da qualidade suplementares estabelecidos para a área espacial ?

e) Para os demais elementos do sistema de qualidade da ISO 9001, não incluídos no item a , serão apresentadas recomendações gerais baseadas nas rotinas de trabalho usualmente empregadas na área espacial e, de forma sucinta, citados os benefícios para a empresa decorrentes da aplicação de tais recomendações.

f) Os elementos da ISO 9001, "Controle de Equipamentos de Inspeção, Medição e Ensaios", "Auditorias Internas da Qualidade", "Ação Corretiva e Preventiva" e "Serviços Associados", não foram incluídos na análise comparativa em razão de atenderem plenamente os requisitos da área espacial.

g) O elemento "Técnicas Estatísticas" não foi considerado nos estudos, devido a sua aplicação via de regra ser limitada em linhas de produção de poucas unidades, como é o caso da indústria espacial. Todavia poderia ser aplicado a análises de não conformidades, avaliações de testes de desempenho, simulações e ainda a estudos probabilísticos orientados para a confiabilidade, sendo que nestes casos, devido a extensão do assunto, seria mais viável a sua realização em estudos separados.

6.2 - RESPONSABILIDADE DA ADMINISTRAÇÃO

6.2.1 - Análise Teórica

Os principais aspectos abordados pela norma ISO 9001 em relação ao elemento "Responsabilidade da Administração", tratam do estabelecimento pela alta administração da empresa de uma política da qualidade, que enfatize a satisfação total do cliente através da adequação ao uso do produto ou serviço fornecido. Devem ser considerados o desempenho do produto, a sua confiabilidade e segurança, a assistência ao cliente, os custos e os prazos. Além da política da qualidade, a norma ISO 9001 refere-se também à adequação da estrutura organizacional da empresa, a designação de responsabilidades, a avaliação dos custos da qualidade e a auto-avaliação do sistema implantado, através de análises críticas baseadas em auditorias internas.

Os aspectos acima enfocados pela ISO 9001 são consoantes com os requisitos de garantia do produto da área espacial, todavia cabe ressaltar as seguintes considerações:

Conscientização da Alta Administração - A alta administração da empresa deverá estar plenamente conscientizada da importância e das necessidades de investimentos, direcionados para o treinamento e qualificação do pessoal envolvido nos trabalhos da área espacial e, principalmente, para os meios de verificação destinados às atividades de inspeção, simulações ambientais e testes. Tais investimentos tem significativo impacto sobre os custos financeiros do sistema da qualidade. Do mesmo modo, a alta administração da empresa deverá também estar conscientizada dos encargos advindos com a preparação e utilização da documentação detalhada, exigida pela garantia do produto das agencias espaciais, durante as fases de fabricação, inspeção e testes dos produtos fornecidos.

Conscientização do Pessoal Operacional - A alta administração da empresa proverá meios para assegurar que todo o pessoal operacional envolvido nos trabalhos realizados para a área espacial esteja plenamente conscientizado da natureza dos produtos fornecidos, das razões da alta confiabilidade inerente, da importância da execução dos trabalhos de acordo com os procedimentos operacionais estabelecidos e do rigoroso cumprimento dos requisitos da garantia do produto.

Conscientização dos Riscos Envolvidos - A alta administração proverá meios para assegurar que todos os funcionários da empresa, desde a própria alta administração até as áreas operacionais, estejam conscientizados dos riscos oriundos de eventuais falhas e o seu impacto financeiro devido a perdas decorrentes. Deve ser enfatizado o alto custo dos materiais e componentes com qualificação espacial utilizados, o alto custo dos testes envolvidos, as limitações e dificuldades para execução de retrabalhos e principalmente as perdas contratuais devido aos atrasos no fornecimento. Portanto a conscientização deve estar incisivamente orientada para a importância do fornecimento de produtos com "zero defeito".

6.2.2 - Diagnose

O elemento da qualidade "Responsabilidade da Administração" é de suma importância para o estabelecimento de diretrizes que viabilizem o envolvimento da empresa nos programas espaciais. Os aspectos de conscientização citados nas considerações teóricas (Alta Administração, Pessoal Operacional e Riscos Envolvidos), devem ser devidamente observados pois servirão de base para o comprometimento de toda a empresa com a qualidade pretendida. A ausência dessa conscientização preconizada poderá tornar o processo produtivo mais oneroso e certamente trará impactos no produto final, principalmente nos aspectos de cumprimento dos cronogramas de projeto e nos custos adicionais representados por perdas durante a fabricação e testes. Para que seja obtida a conscientização desejada, devem ser claramente apresentados e explicados: a natureza do produto espacial, suas condições de ambientais de vida e os requisitos de qualidade intrínsecos, abordados na sua íntegra dentro de uma visão global.

Devido a própria sistemática de trabalho adotada pelas agências espaciais e também devido ao nível de detalhamento dos requisitos estabelecidos nos planos de garantia do produto aplicados a seus fornecedores, trazem como conseqüência um favorecimento para que as empresas tenham pleno conhecimento da complexidade dos trabalhos envolvidos. Além disso a utilização contínua, por parte das agências espaciais, de mecanismos de acompanhamento rigoroso dos trabalhos realizados induz a um reforço para a conscientização desejada.

Cabe ressaltar que a área da empresa responsável pela garantia da qualidade tem papel fundamental como polarizadora dessa conscientização, não só pelo conhecimento e divulgação dos requisitos de garantia do produto da área espacial, mas principalmente pelas realimentações trazidas durante o processo produtivo, que poderão colaborar de forma eficaz para consolidar esta conscientização. O mesmo se aplica às áreas de planejamento e projeto, responsáveis pela elaboração do contrato de trabalho e dos cronogramas físicos e financeiros do projeto.

6.3 - SISTEMA DA QUALIDADE

6.3.1 - Análise Teórica

Os requisitos para documentação e implementação do sistema da qualidade previstos na norma ISO 9001 e a maioria dos elementos do sistema da qualidade referenciados na norma ISO 9004-1 aplicam-se ao sistema de qualidade adotado pelas agencias espaciais. Todavia devem ser consideradas as diretrizes descritas no item 4.3 (Sistema de Garantia do Produto para a Área Espacial) e os requisitos adicionais descritos no item 5.0 (Requisitos de Qualidade para Produtos Espaciais). Os aspectos que mais se destacam na comparação entre o sistema da qualidade preconizado pelas normas ISO 9000 e os adotados pelas agencias espaciais são:

Revisões de Projeto: os requisitos que tratam das revisões de projeto embora estejam em consonância com item 8.4 (Análise Crítica de Projeto) da norma ISO 9004-1, correspondem a uma metodologia de revisões formalmente estabelecida, conjugada com a análise dos resultados de testes aplicados a protótipos de diversos níveis, de forma a permitir uma avaliação contínua e segura do projeto, garantindo a sua validação para uso nas condições ambientais e operacionais previstas, de acordo com a confiabilidade especificada para o produto.

Partes, Materiais e Processos: os requisitos de partes, materiais e processos estabelecidos para a área espacial são mais específicos que os referenciados nos itens 9 (Qualidade na Aquisição) e 10 (Qualidade de Processos) da ISO 9004-1. Esses requisitos representam restrições ao uso de partes, materiais e processos não qualificados para aplicações em ambiente espacial e afetam principalmente as fases de projeto, aquisição de partes e materiais e a fabricação do produto. O cumprimento desses requisitos é de suma importância pois acarreta impacto significativo na confiabilidade do produto final.

Confiabilidade: os requisitos de confiabilidade devem ser atendidos através de procedimentos mais abrangentes que o estabelecido no item 8.5 (Qualificação e Validação do Projeto) da ISO 9004-1. Esses requisitos afetam principalmente a fase de projeto e a sua aplicação permitirá a realização de cálculos seguros, que verifiquem o nível de confiabilidade esperado para o produto.

Rastreabilidade: os requisitos correspondentes à rastreabilidade, conforme estabelecido no item 4.8 (Identificação e Rastreabilidade do Produto) da ISO 9001, aplicam-se também a todos os corpos de prova testemunha de processo, utilizados no ciclo produtivo. Devem ser atendidos de acordo com o item 5.2.6 (Gestão da Configuração) da ISO 9004-1. A rastreabilidade garante a identificação "as built" do produto e preserva seus dados característicos individuais.

Testes e Simulações: os requisitos relativos a testes estão de acordo com os estabelecido nos itens 4.10 (Inspeção e Ensaios) da ISO 9001 e 12.3 (Verificação do Produto Acabado) da ISO 9004-1. Todavia devem ser incluídas as simulações ambientais aplicadas principalmente ao produto final, de modo a garantir a sua integridade e o seu desempenho em operação sob tais condições. A sua aplicação é indispensável para a avaliação completa e aceitação dos produtos com qualificação espacial.

6.3.2 - Diagnose

Embora os planos de garantia do produto elaborados pelas agências espaciais não prescrevam uma estrutura organizacional específica para o sistema da qualidade de seus fornecedores, pelas características dos requisitos estabelecidos pode-se prever as seguintes áreas de concentração de atividades necessárias para o sistema da qualidade da empresa: confiabilidade, controle de configuração, garantia da qualidade e partes, materiais e processos.

As atividades de garantia da qualidade e de controle da configuração, organizadas conforme com as normas ISO 9001 e ISO 9004-1 atendem parcialmente os requisitos da área espacial, necessitando de complementações de acordo com os requisitos do item 5.5 (Garantia da Qualidade) e 5.6 (Controle de Configuração). As atividades relativas a confiabilidade e partes, materiais e processos tem características diferentes das normalmente implantadas pelas empresas de acordo com as normas ISO 9001, devido aos requisitos específicos aplicados aos produtos espaciais. Esses requisitos adicionais descritos no item 5.3 (Requisitos de Confiabilidade) e no item 5.4 (Requisitos de Partes, Materiais e Processos) são fundamentais para o desenvolvimento de projetos confiáveis e também para a obtenção de produtos capazes de operar adequadamente, suportando as rigorosas condições ambientais da área espacial.

Portanto a empresa necessitaria adaptar seus procedimentos já elaborados de acordo com as normas ISO 9000, de modo a incluir os requisitos adicionais estabelecidos para a área espacial. A inclusão desses requisitos adicionais poderia ser feita diretamente incorporando-os aos sistemas da qualidade das empresas, passando assim a fazer parte do próprio sistema, como requisitos suplementares a serem aplicados aos produtos espaciais. Neste caso a empresa passaria a ter uma evolução no seu sistema da qualidade, que certamente lhe traria benefícios. Caso a empresa opte por não fazê-lo por razões de diversificação na sua linha de produtos, resta a alternativa de se adotar planos da qualidade específicos para os produtos espaciais, de acordo com o item 5.3.3 da ISO 9004-1.

Dessa forma todos os requisitos adicionais exigidos pela área espacial estariam contidos neste documento que compatibilizaria a sua aplicação dentro da estrutura da qualidade já existente na empresa, porém ficando restrito apenas aos seus produtos espaciais e como conseqüência, dificultaria o repasse da experiência obtida com os trabalhos da área espacial para o restante da empresa.

De um modo ou de outro a empresa necessitaria investir em recursos materiais (principalmente equipamentos de teste) e treinamento de pessoal. Como alternativa as empresas poderiam subcontratar testes junto a laboratórios de universidades, ou mesmo utilizar recursos existentes em centros de pesquisas, como o INPE, que dispõe dos equipamentos de testes ambientais de custo mais elevado. Desse modo, a empresa, subcontratando esses serviços ou desenvolvendo trabalhos conjuntos utilizando essas facilidades, poderia reduzir significativamente a sua necessidade de investimento material.

Quanto aos recursos humanos, a empresa necessitaria logo no fechamento do contrato prover um programa de capacitação que viabilizasse, em tempo hábil, a seleção e o treinamento do pessoal a ser envolvido nas diversas fases do projeto.

Este esforço realizado pelas empresas pode proporcionar uma efetiva melhoria do seu sistema da qualidade, além da elevação da capacitação técnica profissional de seus funcionários, facilitando inclusive a participação da empresa em nichos exclusivos do mercado correspondentes à produção de equipamentos de alta confiabilidade e sofisticação, bem como a prestação de serviços em áreas de alta tecnologia.

6.4 - ANÁLISE CRÍTICA DE CONTRATO

6.4.1 - Análise Teórica

Os requisitos para "Análise Crítica de Contrato" referenciados no item 4.3 da norma ISO 9001 e item 7 (Qualidade em Marketing) da norma ISO 9004-1 tem caráter geral e se aplicam aos sistemas da qualidade adotados pelas agências espaciais. Considerando-se as particularidades da área espacial, as empresas deverão de forma objetiva considerar os elementos de custo abaixo descritos, de modo a permitir uma composição segura dos recursos necessários e dos prazos a serem cumpridos.

Custos da Documentação: correspondem ao volume da documentação a ser produzida desde a fase inicial de projeto até a aceitação final do produto, bem como a sua coordenação durante as várias fases e dentro dos vários setores da organização. Estes custos podem ser estimados através dos requisitos de controle de configuração descritos no item 5.6 deste trabalho.

Custos da Qualificação de Partes, Materiais e Processos: correspondem aos níveis de qualificação das partes e materiais a serem utilizados na fabricação do produto, incluindo os requisitos aplicáveis para a qualificação dos processos utilizados durante o seu ciclo produtivo. Estes custos poderão ser avaliados levando-se em conta os requisitos de partes, materiais e processos descritos no item 5.4 deste trabalho.

Custos da Confiabilidade: correspondem aos incrementos tecnológicos a serem incorporados ao projeto, inicialmente através de cálculos e análises de confiabilidade e posteriormente pela introdução de redundâncias que assegurem ao produto a robustez necessária para suportar as condições operacionais e ambientais especificadas. Estes custos poderão ser avaliados baseando-se nos requisitos de confiabilidade descritos no item 5.3 deste trabalho.

Custos das Inspeções e Testes: correspondem às verificações aplicáveis ao produto, durante todo o seu ciclo produtivo, incluindo as inspeções durante o processo e os testes de qualificação e aceitação dos produtos. Estes custos poderão ser avaliados considerando-se os requisitos de garantia da qualidade descritos no item 5.5.3 deste trabalho.

Custos de Capacitação de Pessoal - correspondem às atividades de formação de recursos humanos e principalmente ao treinamento e certificação de operadores. Estes custos dependerão da situação da empresa com respeito a disponibilidade de pessoal capacitado para as fases de projeto, fabricação e testes além do pessoal específico para a área da qualidade.

6.4.2 - Diagnose

As considerações relativas aos elementos de custo são importantes, pois permitirão a elaboração de orçamento realista dos trabalhos a serem feitos, considerando os custos relativos à aquisição de componentes e materiais qualificados espacialmente, os custos do desenvolvimento e qualificação de processos, da documentação envolvida, do treinamento e certificação de operadores, dos testes funcionais necessários para as verificações durante a produção e dos testes ambientais para qualificação do produto final.

Deve-se considerar os riscos advindos de atrasos nos cronogramas estabelecidos, que podem implicar em multas contratuais que representam prejuízos para a empresa. Deve-se considerar também os riscos advindos de situações de instabilidade econômica a nível governamental, que implicam em eventuais atrasos nos pagamentos, prejudicando o fluxo de caixa das empresas.

A previsão realista dos recursos necessários no fechamento do contrato é fundamental para que o produto final possa atingir o desempenho especificado, pois garantirá à empresa condições adequadas de prazos e recursos que permitirão, com segurança, o desenvolvimento do projeto de modo a assegurar o nível de qualidade exigido para o produto final.

As dificuldades que as empresas teriam para realizar a "Análise de Contrato", baseando-se nos requisitos supracitados, correspondem principalmente à falta de pessoal com experiência para dar suporte técnico às atividades de elaboração de orçamentos e cronogramas relacionados a projeto de produtos com qualificação espacial. A falta de relacionamento com o mercado internacional para seleção de componentes e materiais qualificados junto aos respectivos fornecedores, também apresenta-se como uma dificuldade considerável para que as empresas elaborem seus orçamentos.

As alternativas para superar as dificuldades citadas, no caso de projetos de pequeno porte, seriam as empresas receberem do próprio cliente, todos os componentes e materiais qualificados a serem utilizados na fabricação dos produtos, simplificando assim as atividades de "procurement". No caso de projetos de maior porte as empresas poderiam contar com as QPL ("Qualified Parts List") e demais listas e catálogos de fornecedores qualificados, que auxiliariam na elaboração dos orçamentos. Ainda assim exigiriam um relacionamento mais estreito com os possíveis fornecedores e, no caso de componentes mais complexos, talvez fosse ainda necessária a contratação de consultorias específicas.

Com respeito à falta de experiência de pessoal da empresa na realização de contratos na área espacial, poder-se-ia contar com a participação de pequenas empresas especializadas ou a consultoria de profissionais autônomos com experiência de trabalho em projetos de produtos espaciais, muitos deles ex-funcionários de universidades e de centros de pesquisa como o próprio INPE.

Como benefícios, pode-se esperar o aumento na capacitação do pessoal envolvido na área de orçamentos e contratos da empresa, que frente a essa nova experiência estaria mais preparado para atuar em projetos mais complexos e de alta tecnologia, que utilizem componentes e materiais de alta confiabilidade e dependam de fornecedores internacionais.

6.5 - CONTROLE DE PROJETO

6.5.1 - Análise Teórica

O elemento "Controle de Projeto" do item 4.4 da norma ISO 9001 e as recomendações contidas no item 8, "Qualidade em Especificação e Projeto" da norma ISO 9004-1, fornecem diretrizes gerais que se aplicam aos sistemas da qualidade da área espacial. Adicionalmente devem ser considerados os requisitos descritos nos itens 5.3 (Requisitos de Confiabilidade) e 5.5.1 (Garantia da Qualidade na fase de Projeto) deste trabalho e todos os requisitos já descritos no capítulo relativo a "Análise Crítica de Contrato", devido a interdependência existente entre o planejamento de projeto e a análise contratual. Complementando, devem ainda ser consideradas as observações abaixo descritas, que enfatizam pontos importantes para a execução de projetos espaciais.

Dados de Entrada do Projeto: correspondem a um pacote de especificações aplicáveis ao produto, que deverão ser assimiladas pela empresa e transformadas em requisitos internos a serem utilizados nas várias fases de desenvolvimento do projeto. Este pacote de dados deverá ser composto no mínimo pelos seguintes documentos:

- especificações técnicas de desempenho
- especificações de projeto e técnicas de construção
- requisitos de testes funcionais e ambientais
- requisitos de garantia do produto

Os requisitos de entrada de projeto, conforme proposto, fornecem dados indispensáveis para o planejamento e desenvolvimento de projetos complexos voltados para a área espacial e traduzem, de forma completa, todas as necessidades do cliente relativas ao nível de qualificação exigido para o produto a ser fornecido.

Capacitação de Pessoal: o elemento designado como responsável técnico pelo projeto, deverá comprovadamente ter experiência no desenvolvimento de projetos de equipamentos similares ao solicitado, familiarização com o uso de normas aeroespaciais ou pelo menos militares e condições de coordenar as equipes multidisciplinares que concorrerão para a execução do projeto. Essas equipes deverão possuir elementos com experiência nas áreas de análise térmica, análise estrutural, "procurement" de partes e materiais, engenharia do produto e garantia da qualidade para produtos de alta confiabilidade, além de elementos com experiência na tecnologia da própria área fim do produto. Esses requisitos de qualificação de pessoal asseguram à empresa capacitação adequada para o desenvolvimento do produto em todas as suas fases.

Coordenação das Interfaces: as interfaces técnicas organizacionais do projeto deverão ser coordenadas pelo responsável técnico, que atuará como gerente a nível de sistema, interligando as diversas equipes e integrando as várias partes componentes do projeto. As especificações de interface do produto final serão documentadas através de **IDS (Interface Data Sheet)** que definem as seguintes características:

- dimensões físicas, peso e momento de inércia
- alimentação elétrica e consumo de energia
- dissipação térmica
- conexões elétricas e fixações mecânicas
- telemetrias e telecomandos
- identificação das interligações funcionais

Os requisitos de interface asseguram compatibilização plena entre as várias partes componentes do projeto, permitindo o seu desenvolvimento paralelo sem riscos de interferências que prejudiquem a integração do produto final.

6.5.2 - Diagnose

A inclusão dos requisitos de qualidade descritos nos itens 5.3 e 5.5.1, bem como as observações contidas na análise teórica acima, podem viabilizar a realização de projetos otimizados, incorporando soluções de engenharia que conduzam a um bom fluxo de produção e a elaboração de especificações detalhadas para a execução de inspeções e testes, de modo a atender aos requisitos de qualidade do produto final e garantir a sua adequação ao uso pretendido.

Para que as empresas implementem os requisitos adicionais de projeto para a área espacial, torna-se imprescindível a disponibilidade de pessoal capacitado para o planejamento e desenvolvimento de projetos de produtos espaciais, que exigem equipes especializadas nas áreas citadas na análise teórica do item 6.5.1, além do pessoal integrante da estrutura funcional da garantia do produto.

Sem contar com pessoal técnico qualificado com os perfis acima, as empresas teriam reais dificuldades em adaptar os complexos requisitos de entrada do projeto, transpondo-os para níveis de aplicação adequados dentro da sua estrutura organizada de trabalho. O mesmo se aplica aos requisitos de interface, que exigiriam primordialmente elementos com experiência no gerenciamento técnico de projetos de alta tecnologia envolvendo áreas multidisciplinares, voltadas à produção de equipamentos de alta confiabilidade e elevado nível de compactação.

Por outro lado, a disponibilidade de uma equipe de projeto capacitada, é fundamental como suporte à área responsável pela elaboração de orçamentos da empresa, refletindo-se diretamente nos levantamentos de custos e prazos e conseqüentemente influindo de modo significativo nas atividades relativas à "Análise Crítica de Contrato".

As alternativas para a busca da capacitação necessária poderiam passar desde a contratação de consultorias externas internacionais, até a autocapacitação através da formação de pessoal da própria empresa por meio de um programa de treinamento especializado, que em função da disponibilidade de tempo poderia ser de difícil viabilização, considerando-se os prazos previstos nos cronogramas dos projetos.

Todavia apresenta-se como alternativa viável a contratação de pequenas empresas especializadas em áreas específicas (por exemplo, análise de confiabilidade), criadas recentemente em função de projetos subcontratados por fornecedores do INPE. Essas pequenas empresas contam com elementos com experiência em projetos de alta tecnologia, na sua maior parte inclusive oriundos da própria área espacial. Uma outra alternativa a ser considerada seria a realização de convênios entre as empresas e centros de pesquisa ou universidades que disponham de potencial adequado, de modo a propiciar o envolvimento de seu corpo técnico e até mesmo de seus laboratórios para o desenvolvimento conjunto de projetos.

Escola de Engenharia
Biblioteca
MAUÁ
BIM
de Irajubá - EFEI

O principal benefício para a empresa, decorrente da incorporação dos requisitos adicionais supracitados no seu sistema da qualidade, corresponde à formação de uma equipe de projeto altamente especializada, em condições de favorecer a participação da empresa em projetos de equipamentos de alta confiabilidade para uso aeroespacial, militar ou biomédico, além de fornecer "feedback" para a melhoria da qualidade dos demais produtos da empresa, conseguida através da otimização dos projetos, baseada na experiência adquirida com os trabalhos espaciais. Essa abordagem vale não apenas para a própria empresa, mas estende-se também a seus subcontratados que serão estimulados e poderão se preparar para novos desenvolvimentos dentro de um processo crescente de capacitação tecnológica.

6.6 - CONTROLE DE DOCUMENTOS E DADOS

6.6.1 - Análise Teórica

O elemento "Controle de Documentos e Dados" do item 4.5 da norma ISO 9001 e dos itens 5.2.6, 5.3, 11.5 e 17.3 da norma ISO 9004-1, estabelecem diretrizes gerais que se aplicam à documentação e aos sistemas da qualidade da área espacial. Os requisitos descritos no item 5.6 (Requisitos de Controle de Configuração) deste trabalho detalham e complementam as diretrizes acima referenciadas.

Citam-se abaixo pontos que se destacam dentre os requisitos de controle de configuração supracitados e que devem ser considerados na preparação dos sistemas da qualidade das empresas.

Estruturação da Documentação: a documentação utilizada no projeto deve ser organizada de modo a fornecer nível de detalhamento apropriado para garantir a repetibilidade na produção. Esta repetibilidade é fundamental, pois, dentro da filosofia de qualificação adotada pela área espacial, permite assegurar a produção de itens idênticos a modelos previamente qualificados, garantindo desse modo a qualidade do produto fornecido. A documentação deve ser estruturada de forma completa, abrangendo as fases de planejamento, projeto, fabricação, testes e entrega do produto final. Devem ser previstos tipos e formatos de documentos que contenham todos os dados necessários para a sua identificação clara, e que permitam a execução inequívoca de todas as operações relacionadas ao produto.

Rastreabilidade: o controle da documentação relativa aos registros de fabricação e testes dos produtos tem grande relevância, pois retrata fielmente a sua evolução produtiva garantindo a sua qualidade, através da comprovação da sua conformidade com requisitos pré-estabelecidos e permitindo rastreabilidade plena dos itens produzidos, desde o recebimento das matérias primas até a sua aceitação final. Essa rastreabilidade constitui-se num mecanismo indispensável, que fornece dados para a tomada de decisões rápidas em situações de anormalidades ocorridas durante a fabricação e testes.

Controle de Interfaces: o controle de documentação e dados, atuando eficazmente sobre os pedidos de modificação, suas aprovações e distribuição de documentos alterados, assegura um perfeito interfaceamento entre as partes componentes dos conjuntos produzidos. Este interfaceamento é fundamental devido à complexidade e ao elevado grau de interdependência dos equipamentos dos sistemas espaciais. O controle de interfaces tem grande relevância para a garantia da qualidade na fase de integração dos sistemas espaciais.

6.6.2 - Diagnose

Os requisitos de controle de configuração nos moldes prescritos pelas agências espaciais, garantem além do controle da documentação propriamente dito, um gerenciamento adequado dos dados coletados durante todo o ciclo de vida do produto. Este gerenciamento de dados constitui-se numa fonte de informações de grande valia, como base segura para tomada de decisões, que podem conduzir a múltiplas ações imediatas, dirigidas às diversas partes integrantes dos sistemas espaciais, principalmente quando da ocorrência de não conformidades.

A inclusão dos requisitos de controle de configuração estabelecidos demanda uma revisão no sistema de documentação das empresas, para compatibilizar os requisitos adicionais dentro da estrutura existente, acarretando um aumento no volume da documentação a ser processada e conseqüente aumento de tempo para tratamento e liberação de documentos. Estes pontos negativos podem ser reduzidos desde que o sistema de documentação da empresa possua boa organização e seja principalmente bem coordenado. A utilização de "software" dedicado a este tipo de atividade permite também agilizar consideravelmente o sistema.

Os maiores benefícios advindos para as empresas constituem-se na disponibilidade de um sistema de documentação capaz de atender integralmente todas as suas necessidades para o projeto e fabricação de produtos de alta complexidade e elevados níveis de confiabilidade. Evidentemente a extensão do uso desse sistema se daria dentro de critérios seletivos, de acordo com as características e necessidades dos produtos desenvolvidos pela empresa, isto é, para partes mais simples o sistema de documentação preveria um tratamento diferenciado em termos de simplificação de documentos e para partes de maior complexidade seria gradativamente utilizada toda a capacidade disponível do sistema.

6.7 - AQUISIÇÃO

6.7.1 - Análise Teórica

O elemento "Aquisição" dos itens 4.6 da norma ISO 9001 e da ISO 9004-1 abrangem de forma genérica todos os requisitos relativos a este assunto. Os requisitos descritos no Item 5.4 (Requisitos de Partes, Materiais e Processos - PMP) deste trabalho, fornecem informações detalhadas aplicáveis ao elemento "Aquisição". Os pontos mais relevantes a serem destacados são os seguintes:

Especificações para Aquisição: o processo de aquisição de PMP se baseia em especificações bem definidas que estabelecem dados inequívocos de desempenho, condições operacionais e limitações ambientais, na sua grande maioria proveniente de normas internacionais ou de especificações elaboradas pelas próprias agencias espaciais, em documentação específica voltada para esta finalidade. De acordo com estas especificações são estabelecidas listas preferenciais de PMP, que servirão de guia para aquisição e utilização nos projetos por fornecedores e subcontratados.

Qualificação de Partes, Materiais e Processos (PMP): quando os fornecedores ou subcontratados forem forçados a utilizar PMP não constantes das listas preferenciais, devido a sua indisponibilidade dentro dos prazos estabelecidos ou devido a necessidade de se utilizar PMP com características diferenciadas em função da natureza do projeto ou ainda devido a proposição de melhorias ou inovações nas PMP, então nestes casos, os fornecedores ou subcontratados deverão elaborar planos de qualificação, que demonstrem através de testes funcionais e ambientais conduzidos de acordo com normas ou procedimentos aprovados, a aptidão das novas PMP selecionadas para o seu uso pretendido.

Seleção de Fornecedores: os fornecedores selecionados serão submetidos a auditorias para avaliação do seu sistema de qualidade e verificação da sua capacidade de fornecimento através de demonstração clara e segura da sua aptidão em cumprir todos os requisitos de qualidade estabelecidos e também atender todas as especificações técnicas previstas para o produto. Este procedimento aplica-se também aos subcontratados envolvidos no fornecimento de partes e componentes do produto final ou serviços ligados a execução de processos. Os primeiros produtos ou lotes adquiridos serão considerados experimentais (modelos de qualificação) passando por período de validação, após o que os fornecedores e subcontratados serão formalmente considerados qualificados.

6.7.2 - Diagnose

O elemento aquisição é de fundamental importância no sucesso do projeto de produtos espaciais, pois além de tratar da qualidade intrínseca dos materiais, componentes e processos adquiridos, trata também da confiabilidade do fornecimento que garantirá o cumprimento dos prazos previstos nos cronogramas de projeto.

As maiores dificuldades para que as empresas incorporem os requisitos de PMP estabelecidos para a área espacial residem no relacionamento a nível internacional com fornecedores de produtos qualificados espacialmente, na própria capacidade da empresa em desenvolver processos qualificados para uso espacial, e na disponibilidade de dados sobre componentes e materiais qualificados ou com histórico de uso, com sucesso comprovado, em outros projetos espaciais.

As alternativas mais viáveis para se superar as dificuldades supracitadas são:

- Treinamento de pessoal da área comercial da empresa nas atividades de comércio exterior e processamento de importações;

- Utilização de serviços de empresas especializadas no fornecimento de materiais e componentes qualificados espacialmente;

- Desenvolvimento de processos e realização de testes de qualificação em conjunto com laboratórios de universidades e centros de pesquisa através de trabalhos conjuntos;

- Utilização de informações disponíveis nos banco de dados QPL (Qualified Parts List), do INPE, sobre componentes e fornecedores qualificados.

Os principais benefícios advindos para a empresa, com a incorporação dos requisitos detalhados adotados pelo INPE, são os seguintes:

- capacitação da empresa no processo de aquisição de componentes de alta confiabilidade, capacitação esta que estará disponível quando necessário para o envolvimento da empresa em novos projetos que exijam tais requisitos;

- desenvolvimento de parcerias com universidades e centros de pesquisa que permitam melhorias nos produtos da empresa ou mesmo que facilitem o desenvolvimento de novos produtos;

- consolidação da própria capacitação da empresa no uso das normas ISO 9000, pela aplicação plena de todos os seus requisitos na aquisição de PMP de elevado nível de qualidade e na seleção de fornecedores com sistemas da qualidade que atendam os requisitos de projeto espaciais.

6.8 - CONTROLE DE PRODUTO FORNECIDO PELO CLIENTE

A sistemática adotada para este controle deve prever um recebimento formal do produto fornecido pelo cliente, com base em inspeções ou ensaios que verifiquem de forma inequívoca a integridade do produto, suas condições operacionais e a fidelidade das especificações estabelecidas.

Deverá também ser analisada toda a documentação pertinente, que ateste a situação do produto no estado em que se encontra, dando-se ênfase aos dados de interfaceamento que deverão ser coerentes e estar completos, de modo a permitir a sua integração a nível mais alto no sistema ou produto final, sem problemas de compatibilidade.

Sempre que possível deve ser solicitado ao cliente a emissão de um certificado de conformidade, a título de comprovação da funcionalidade correta do produto em relação às especificações estabelecidas, constatada pelo cliente através de procedimentos de verificação claramente referenciados e disponíveis.

O armazenamento do produto fornecido pelo cliente, a ser integrado em "hardware" de vôo , será realizado nas mesmas condições ambientais previstas para produtos espaciais (controle de temperatura, umidade e limpeza). Deverá também ser prevista documentação que registre as condições de armazenamento e todas as ocorrências que possam afetar a qualidade do produto.

Essas recomendações beneficiam a empresa na medida em que remete ao cliente, a responsabilidade pelo fornecimento de produtos cuja adequação ao uso seja criteriosamente verificada, garantindo a viabilidade da sua aplicação sem riscos, durante a sua integração e operação no produto final.

6.9 - IDENTIFICAÇÃO E RASTREABILIDADE DO PRODUTO

A rastreabilidade se dará com a implementação de um sistema, que integre de modo racionalizado a identificação dos documentos de projeto e fabricação utilizados, a identificação física do "hardware" produzido, os registros da qualidade efetuados e a documentação "as built" associada que, de forma conjunta definem a configuração obtida do produto final.

Este sistema deve prever ainda o suporte de equipamento computacional para informatização das atividades de rastreabilidade, através de banco de dados que colete, estratifique e armazene os dados disponíveis, de modo a fornecer opções de consulta que permitam caracterizar o produto final e todas as suas partes componentes durante todo o seu ciclo produtivo.

Dessa forma obtêm-se um sistema organizado que garante uma rápida recuperação das informações processadas, facilitando a diagnose do produto e suas partes, principalmente quando da ocorrência de não conformidades ou situações emergenciais que exijam a tomada de ações imediatas.

Como benefício, a empresa poderá dispor de um sistema moderno de rastreabilidade, que se constitui numa ferramenta importante para auxiliar no tratamento das não conformidades ocorridas e na segregação de itens suspeitos, além de facilitar análises e investigações que resultem em maior eficácia do seu sistema da qualidade.

6.10 - CONTROLE DE PROCESSO

O controle de processo deve ser realizado com base num planejamento que estabeleça previamente todas as atividades a serem desenvolvidas. Como documento guia para este planejamento, deve ser elaborado um fluxograma de fabricação detalhado incluindo todas as operações (com respectivos procedimentos referenciados), desde o recebimento da matéria prima até a entrega do produto final. As etapas de verificação deverão ser identificadas com destaque, incluindo todos os pontos de inspeção nos seus diversos níveis e os ensaios aplicáveis durante o processo, com os respectivos procedimentos a serem seguidos e registros da qualidade a serem preenchidos.

A empresa deverá manter uma lista de processos qualificados contendo todos os processos utilizados, que deverão estar plenamente dominados e controlados de modo a prover confiança na sua execução.

Os novos processos utilizados deverão ser previamente avaliados através de planos de qualificação que incorporem, além dos testes normais intrínsecos aos processos, simulações e testes ambientais representativos das condições de uso pretendido. No caso de processos críticos devem ser previstos corpos de prova processados em conjunto com as peças de produção, permitindo desse modo uma avaliação realista dos resultados obtidos com o processo executado.

De forma similar todos os operadores que executam o processo, bem como os inspetores responsáveis pela sua verificação, deverão receber treinamento adequado e passar por etapas de qualificação, onde terão sua habilidade e capacitação para a execução das respectivas atividades, avaliadas e aprovadas.

O planejamento do controle de processo da forma apresentada, constitui-se numa oportunidade para a empresa melhorar a organização das suas atividades nessa área. A utilização da metodologia para qualificação de processos e certificação de operadores, decorrentes da experiência adquirida nos processos espaciais, pode beneficiar a empresa, favorecendo a melhoria da qualidade dos processos existentes na sua linha de produção.

6.11 - INSPEÇÃO E ENSAIO/SITUAÇÃO DE INSPEÇÃO E ENSAIOS

As inspeções e ensaios do produto e as verificações durante o processo são previamente planejadas de forma detalhada e a sua execução se dará através de procedimentos aprovados que incorporem, como anexos, todos os registros da qualidade a serem preenchidos.

Devido aos prazos e custos, principalmente dos testes ambientais, e à necessidade da constante fidelidade dos resultados obtidos, adota-se uma metodologia na qual os ensaios são precedidos por revisões formais, conduzidas através de comitês de revisão (TRRB - Test Readiness Review Board) que tem por função avaliar as condições operacionais para sua execução e verificar o cumprimento de todos os requisitos da qualidade estabelecidos. Portanto a liberação para início dos ensaios somente se dará, com a solução de todas as pendências devidamente aprovadas pelo comitê de revisão. De modo similar, os ensaios realizados serão verificados formalmente também por comitê de revisão (TRB - Test Review Board) que tem a função de constatar o cumprimento dos requisitos estabelecidos, analisar os resultados obtidos e deliberar sobre a sua aprovação ou não.

A verificação da situação das inspeções e ensaios é feita através do documento intitulado **Matriz de Verificação de Testes**, que apresenta de forma consolidada e conclusiva todos os resultados dos testes realizados, confrontados com os respectivos valores especificados e indica as aprovações do responsável pela garantia do produto. Portanto a Matriz de Verificação de Testes permite uma visualização integrada da evolução do desempenho do produto durante todos as fases de testes funcionais e ambientais executados.

A sistemática de acompanhamento de testes utilizada na área espacial, dentro da metodologia apresentada, permite à empresa introduzir melhorias na organização das suas inspeções e ensaios, provendo maior confiança nos resultados obtidos e melhorando a qualidade e o aproveitamento dos meios de teste.

6.12 - CONTROLE DE PRODUTOS NÃO CONFORMES

O sistema da qualidade para a área espacial prevê uma sistemática para o tratamento de não conformidades e conseqüentes ações corretivas e preventivas, dentro de uma metodologia que assegure:

- a identificação clara e precisa da não conformidade através de relatórios, que confrontem detalhadamente os resultados obtidos com as especificações requeridas, durante as etapas de verificação, apresentados de forma conclusiva facilitando a sua interpretação;

- a classificação do nível de gravidade da não conformidade (maior ou menor), através de critérios pré-estabelecidos e claramente explicitados, baseados no impacto acarretado no desempenho do produto final, no seu prazo de fornecimento e nos seus custos;

- a análise crítica da não conformidade por meio de comitês de revisão (MRB - "Material Review Board"), compostos por elementos capacitados, com autoridade delegada para decidir as ações subsequentes destacando-se entre elas:

- a investigação minuciosa da não conformidade, por meio de levantamentos, simulações e testes complementares, até que seja determinada de maneira inequívoca a causa original da falha e os impactos conseqüentes em toda a sua extensão, tanto no próprio produto afetado, quanto através de suas interfaces.

- o estabelecimento de ações que conduzam a reparos ou retrabalhos, o acompanhamento da sua implementação e a confirmação da sua eficácia, através de novas inspeções e ensaios.

- a disposição final do item afetado pela não conformidade, após a conclusão das ações corretivas, e as ações complementares de caráter preventivo, para evitar novas ocorrências similares.

- o fechamento final do relatório de não conformidade, com a solução de todas as pendências, documentação das ações decorrentes, aprovação dos resultados obtidos e conclusão das atas do comitê de revisão;

- o armazenamento dos dados obtidos, em banco computacional, com vistas a estratificação e tratamento das informações relativas à natureza da não conformidade, como base para levantamentos estatísticos que identifiquem atividades e áreas críticas, caracterizando-se como suporte a um programa de ações preventivas e melhoria contínua da qualidade.

O tratamento das não conformidades na área espacial, conforme explanado, baseia-se numa metodologia bem organizada, facilmente assimilável e que permitirá adaptações na sistemática usualmente adotada pelas empresas, de modo a aperfeiçoar os critérios para tomadas de decisão, podendo trazer conseqüentes melhorias na operacionalização do seu sistema da qualidade.

6.13 - MANUSEIO, ARMAZENAGEM, EMBALAGEM, PRESERVAÇÃO E ENTREGA

O manuseio dos produtos espaciais, suas partes componentes e matérias primas deve ser feito cuidadosamente, evitando-se choques e vibrações e utilizando-se luvas e vestimentas adequadas tais como guarda pó, gorro, sapatilhas e máscara, principalmente no trabalho com equipamentos óticos onde qualquer contaminação pode ser crítica. Todas as precauções e cuidados necessários à preservação dos produtos devem estar descritos de forma clara e detalhada, nos procedimentos operacionais da empresa.

As condições de armazenagem dos produtos espaciais prevêem ambiente limpo, isento de contaminantes (classe 100.000 - FED STD 209D), temperatura e umidade controladas, além das condições específicas para cada tipo de matéria prima utilizada, incluindo-se os requisitos relativos a segurança. Deve haver controle das condições ambientais da área de armazenagem documentado por registros da qualidade.

A embalagem prevê o uso de "containers" especificamente projetados para cada produto, que assegurem proteção contra choques e condições ambientais adversas. Quando necessário devem ser incluídas embalagens intermediárias com atmosfera neutra para evitar contaminações e sensores de choque para indicar a ocorrência de quedas imprevistas. Os "containers" devem ser identificados corretamente com os dados dos produtos embalados, além dos avisos típicos dos cuidados com manuseio e transporte.

A entrega dos produtos se dará em conjunto com um pacote de documentos que inclui:

- certificado de conformidade do produto;
- matriz de verificação com resultados dos testes de aceitação;
- histórico de não conformidades;
- relação de desvios e "waivers" concedidos;
- histórico de operações e tempo de vida;
- documento com dados de interface ("Interface Data Sheet");
- manual de instalação e uso.

As recomendações aqui citadas permitem o aprimoramento da empresa no projeto ou utilização de embalagens de acordo com normas militares e no manuseio, transporte e armazenagem dos produtos em função principalmente dos requisitos de limpeza e das condições ambientais controladas.

6.14 - CONTROLE DE REGISTROS DA QUALIDADE

O controle dos registros da qualidade é centralizado no setor específico de controle de configuração. Os registros são organizados em pastas de fabricação "as built", individuais para cada equipamento produzido e a sua inclusão somente se dará após análise e aprovação do responsável pela garantia da qualidade da área envolvida.

Os registros correspondentes a partes e componentes utilizados, terão seus dados processados de modo a estratificá-los e incluí-los em bancos de dados computacionais, de modo a permitir além da rastreabilidade total, uma recuperação rápida das informações disponíveis.

Com base no planejamento das inspeções e ensaios, o setor de controle de configuração tem condições de acompanhar o fluxo dos registros da qualidade previstos para os equipamentos e emitir, em tempo hábil, avisos quando constatada a ausência ou extravio dos registros a serem incorporados nas pastas de fabricação dos produtos.

O controle dos registros da qualidade relativos às facilidades e meios de fabricação e testes (por exemplo controle ambiental, controle de processo de fabricação, controle de aferição de instrumentos de medida, etc.) é efetuado dentro da própria área onde se situam, e a sua organização se dará de modo a facilitar a sua consulta e a permitir uma avaliação contínua do seu desempenho.

A sistemática de controle dos registros da qualidade adotada pela área espacial possui estreita correlação com o controle de rastreabilidade do produto, tratada através de bancos de dados computacionais que agilizam os trabalhos realizados. Esta experiência pode ser aproveitada pela empresa, melhorando a qualidade dos trabalhos realizados na sua área de controle de documentação, principalmente no caso de desenvolvimento e fabricação de equipamentos complexos, que possuam considerável quantidade de partes componentes e requeiram extensa documentação.

6.15 - TREINAMENTO

As atividades de treinamento devem ser conduzidas através de procedimentos documentados, que estabeleçam um planejamento partindo da identificação das necessidades de treinamento até o detalhamento da sua execução.

O treinamento do pessoal da empresa envolvido na fabricação e testes de produtos espaciais, dar-se-á através de planos especificamente elaborados para as várias atividades operacionais. Todos os procedimentos operacionais deverão ser aprovados pelos responsáveis técnicos das áreas envolvidas e servirão como base para a elaboração dos planos de treinamento. Por seu lado os planos de treinamento devem ser submetidos à análise crítica da garantia do produto da empresa, para aprovação, antes da sua aplicação.

Os operadores aprovados nas avaliações previstas nos planos de treinamento serão formalmente certificados para a execução dos trabalhos nos quais foram qualificados. Deverão ser previstas recertificações periódicas para atualização e manutenção da qualificação dos operadores envolvidos. A documentação relativa a qualificação dos operadores deve estar disponível para verificação quando da realização das auditorias da qualidade.

A nível mais geral deve ser realizado treinamento com vistas à conscientização do pessoal envolvido nos trabalhos da área espacial, enfatizando-se:

- a natureza do produto espacial e as suas condições operacionais e ambientais.

- os riscos envolvidos, as conseqüências de falhas e a necessidade do "zero defeito".

- as razões do uso extensivo de documentação para registro da qualidade dos produtos e processos.

- a importância do cumprimento rigoroso dos procedimentos operacionais, dos requisitos da qualidade, das práticas estabelecidas, dos cuidados com o manuseio e a preservação das condições de limpeza.

Em níveis mais específicos, o treinamento deve abranger os seguintes processos e procedimentos:

- tratamento superficial de partes e materiais;

- fabricação e montagem de partes mecânicas, elétricas e ópticas;

- soldagem de componentes eletro-eletrônicos;

- preparação de polímeros, colagens e encapsulamentos;

- inspeções e ensaios funcionais e ambientais;

- manuseio, preservação, armazenagem, embalagem e transporte de partes e materiais;

- preparação, organização e uso de documentação técnica.

Com o envolvimento da empresa nas atividades de treinamento conforme os requisitos da área espacial, espera-se, através da experiência adquirida, aprimorar a organização das suas atividades de formação de recursos humanos. Adicionalmente a empresa terá a oportunidade de elevar a capacitação profissional de seus funcionários envolvidos nos trabalhos com produtos espaciais. Esta capacitação poderá trazer benefícios diretos na melhoria da qualidade dos produtos e processos e, indiretamente, trazer inovações e melhorias em outras áreas da organização.

7.0 -PREPARAÇÃO DO SISTEMA DA QUALIDADE DA EMPRESA

7.1 - INTRODUÇÃO

Com a finalidade de auxiliar as empresas na incorporação dos requisitos da qualidade da área espacial, apresentam-se diretrizes para implementação e a tabela de correspondência da página 67 , que poderão orientar as adaptações necessárias nos seus sistemas da qualidade.

A tabela baseia-se numa correspondência entre os elementos do sistema da qualidade das normas ISO 9001 e os requisitos da qualidade para produtos espaciais descritos no capítulo 5 deste trabalho. A forma de apresentação da tabela visa facilitar a sua utilização, seguindo modelo semelhante à referência cruzada contida no Anexo D da norma ISO 9000-1, incluindo as normas ESA-PSS aplicáveis e as observações relevantes a serem consideradas nos trabalhos de implementação. Como durante a elaboração dos requisitos de qualidade para produtos espaciais do capítulo 5 foi realizado o levantamento das normas da série ESA-PSS compatíveis com os elementos do sistema da qualidade da ISO 9001, sugere-se que essas referências bibliográficas sejam utilizadas como fonte de consulta adicional, principalmente no caso de disciplinas mais específicas, como por exemplo, confiabilidade.

Tanto a tabela como as diretrizes apresentadas poderão ser utilizadas pelas empresas que já possuem sistemas da qualidade implantados de acordo com as normas ISO série 9000, ou mesmo por empresas que estejam em processo de preparação para a certificação com base nas referidas normas, de modo a permitir a elaboração de procedimentos que incorporem os requisitos detalhados exigidos pela área espacial.

Ressalta-se que a extensão dos requisitos a serem incorporados no sistema da qualidade da empresa, tanto os estabelecidos pelas normas ISO 9000 quanto os descritos no capítulo 5 (Requisitos de Qualidade para Produtos Espaciais), dependem do tipo de atividade desenvolvida pela empresa, ou seja, a natureza do produto ou serviço fornecido determinará a abrangência e o nível de detalhamento a serem considerados. Devido a este fato, torna-se inviável apresentar uma metodologia prática que incorpore, de forma simples e imediata, todos os requisitos necessários ao sistema da qualidade da empresa, principalmente considerando-se o inter-relacionamento entre os requisitos de qualidade para produtos espaciais e os elementos dos sistemas da qualidade estabelecidos pela ISO 9001. Assim as diretrizes são apresentadas de forma geral, devendo a empresa aplicá-las de acordo com a sua atividade fim, procurando sempre fazer uma compatibilização que permita incorporar os requisitos de maneira harmônica no seu sistema da qualidade.

Biblioteca MAUÁ BIM

7.2 - DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO

Responsabilidade da Administração: devem ser aplicados integralmente os requisitos estabelecidos pela ISO 9001. Adicionalmente deve ser feita a conscientização da empresa, ressaltando as necessidades e exigências da área espacial, através da apresentação e discussão dos requisitos para produtos espaciais contidos no capítulo 5. Essa conscientização deve seguir as orientações do item 18.3 (Motivação) da ISO 9004-1 e deve estender-se desde a alta administração até as áreas operacionais da empresa. A administração é responsável também pelo provimento de meios que assegurem o cumprimento dos requisitos estabelecidos no item 5.2 (Requisitos de Gerenciamento).

Sistema da Qualidade: além dos requisitos especificados na ISO 9001, devem ser considerados todos os requisitos para produtos espaciais descritos no capítulo 5, com objetivo de adequar a estrutura organizacional do sistema da qualidade da empresa, para abranger as áreas referenciadas no item 4.4.2 (Estruturação Funcional do SGP). Deve-se evitar a criação de estruturas exclusivas para a incorporação dos requisitos da área espacial, isto é, preferencialmente deve-se implementar os requisitos adicionais dentro do próprio sistema da qualidade da empresa, propiciando desse modo um envolvimento mais amplo que facilite a disseminação dos conhecimentos adquiridos, favorecendo a consolidação da sua capacitação tecnológica na área.

Análise Crítica de Contrato: os requisitos da ISO 9001 da forma em que estão colocados, tem abrangência suficiente para atender a área espacial, todavia devem ser criteriosamente considerados os elementos de custo citados no item 6.4.1 (Análise Teórica) e dada especial atenção ao cumprimento dos prazos de fornecimento contratados.

Controle de Projeto: os requisitos para controle de projeto devem ser implementados em conformidade com o item 4.4 da norma ISO 9001. Devem ser observadas as orientações citadas no item 8.4 (Análise Crítica de projeto) da ISO 9004-1, implementadas de acordo com a metodologia de revisões de projeto estabelecidas no item 5.5.1 (Garantia da Qualidade na Fase de Projeto), deste trabalho. Adicionalmente todos os requisitos descritos no item 5.3 (Requisitos de Confiabilidade) devem ser efetivamente implementados, principalmente no caso do projeto de equipamentos e dispositivos eletrônicos de bordo. O controle de projeto deve prever, ainda, a utilização somente de PMP aprovadas para uso espacial conforme especificações do item 5.4.1 (Seleção de PMP) e a preparação de todos os procedimentos a serem seguidos nas fases de fabricação, inspeção e testes de acordo com os itens 5.5.2 (Garantia da Qualidade na Fabricação) e 5.5.3 (Garantia da Qualidade nos Testes). Toda a documentação de projeto gerada deve estar de acordo com os requisitos do item 5.6 (Requisitos de Controle de Configuração).

Controle de Documentos e Dados: os requisitos para controle de documentos e dados devem ser implementados de acordo com o estabelecido no item 5.6 (Requisitos de Controle de Configuração). Particularmente para as atividades de projeto, esses requisitos devem enfatizar a aprovação e o controle de modificações dos documentos. Para as atividades de fabricação, inspeção e testes, devem ser enfatizados os registros da qualidade que determinam a configuração do produto final.

Aquisição: adotar as especificações do item 4.6 da ISO 9001, complementadas com os requisitos do item 5.4 (Requisitos de Partes, Materiais e Processos - PMP), deste trabalho.

Controle de Produto Fornecido pelo Cliente: incluir nos procedimentos especificados no item 4.7 da ISO 9001, as recomendações contidas no item 6.8 deste trabalho.

Identificação e Rastreabilidade do Produto: seguir os requisitos estabelecidos no item 4.6 (Requisitos de Controle de Configuração) e as recomendações contidas no item 6.9 deste trabalho.

Controle de Processo: adotar as especificações do item 4.9 da ISO 9001, complementadas com as orientações do item 11 da ISO 9004-1 e com os requisitos do item 4.5.2 (Garantia da Qualidade na Fabricação) . Devem também ser observadas as recomendações contidas no item 5.10 deste trabalho.

Inspeção e Ensaios/ Situação de Inspeção e Ensaio: adotar as especificações do item 4.10 da ISO 9001, observando-se as recomendações contidas no item 6.11 deste trabalho. Para a inspeção e ensaios no recebimento, considerar os requisitos do item 5.4 (Requisitos de Partes, Materiais e Processos - PMP). Para a inspeção e ensaios durante o processo, considerar os requisitos dos itens 5.5.2 (Garantia da Qualidade na Fabricação) e 5.5.3 (Garantia da Qualidade nos Testes). A situação de inspeção e ensaio deve estar documentada nos registros da qualidade.

Controle de Equipamentos de Inspeção, Medição e Ensaios: adotar os requisitos do item 4.11 da ISO 9001, pois atendem plenamente a área espacial.

Controle de Produto Não-Conforme: adotar as especificações do item 4.13 da ISO 9001, complementadas pelas orientações do item 14 da ISO 9004-1 e com a metodologia apresentada nas recomendações do item 6.12 deste trabalho.

Ação Corretiva e Ação Preventiva: adotar os requisitos do item 4.14 da ISO 9001, pois atendem plenamente a área espacial.

Manuseio, Armazenamento, Embalagem, Preservação e Entrega: incluir nos procedimentos especificados no 4.15 da ISO 9001, as recomendações contidas no item 6.13 deste trabalho.

Controle de Registros da Qualidade: seguir as orientações do item 17 da ISO 9004-1 e as recomendações contidas no item 6.14 deste trabalho. Considerar também os requisitos do item 5.6 (Requisitos de Controle de Configuração) e a documentação típica relacionada nos itens 5.4.3 (Documentação de PMP) e 5.5.4 (Documentação da Garantia da Qualidade).

Auditorias Internas da Qualidade: adotar os requisitos do item 4.17 da ISO 9001, pois atendem plenamente a área espacial.

Treinamento: os requisitos para treinamento devem ser implementados de acordo com as recomendações citadas no item 6.15 deste trabalho. Para as atividades de fabricação, inspeção e testes, o treinamento deve dar ênfase à qualificação de operadores. Para as atividades de projeto a ênfase deve ser dada na capacitação dos projetistas, nas áreas citadas no item 6.5.1 (Análise Teórica).

Serviços Associados: adotar os requisitos do item 4.19 da ISO 9001, pois atendem plenamente a área espacial.

7.3 - TABELA DE CORRESPONDÊNCIA

A tabela de correspondência proposta encontra-se apresentada na página 67.

TABELA DE CORRESPONDÊNCIA
REQUISITOS ISO 9000 X REQUISITOS DA QUALIDADE PARA A ÁREA ESPACIAL

ELEMENTOS DO SISTEMA DA QUALIDADE (ISO-9001)	ITENS DE REFERÊNCIA			NORMAS APLICÁVEIS ESA-PSS	OBSERVAÇÕES
	ISO 9001	REQUISITOS DA QUALIDADE PARA PRODUTOS ESPACIAIS (CAP. 5)	ANÁLISE COMPARATIVA (CAP. 6)		
Responsabilidade da Administração	4.1	5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6	6.2	01-10, 01-20	Conscientização dos riscos e natureza do prod.espacial
Sistema da Qualidade	4.2	5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6	6.3	01-10, 01-20	Adeq.da organização,previsão de recursos mat. e humanos
Análise Crítica de Contrato	4.3	5.4, 5.5, 5.6	6.4	01-20	Avaliação de custos e prazos requeridos
Controle de Projeto	4.4	5.3, 5.4.1, 5.5.1, 5.6	6.5	01-21, 01-30, 01-301	Confiabilidade do produto e qualificação do projeto
Controle de Documentos e Dados	4.5	5.6	6.6	01-11	Controle de interfaces, CCB e rastreabilidade
Aquisição	4.6	5.4	6.7	01-60, 01-70, 01-603, 01-701	"Procurement" de partes e materiais qualificados
Controle de Produto Fornecido pelo Cliente	4.7	5.6.6	6.8	01-20	Verificação do recebimento e rastreabilidade
Identificação e Rastreabilidade do Produto	4.8	5.6.1, 5.6.5, 5.6.6	6.9	01-11, 01-20	Sistema computacional para recuperação rápida de dados
Controle de Processo	4.9	5.5.2	6.10	01-20, 01-201	Qualificação de processos e controle de contaminação
Inspeção e Ensaio	4.10	5.5.2, 5.5.3	6.11	01-20, 01-203	Metodologia de inspeção e ensaio, TRRB e TRB
Situação da Inspeção e Ensaios	4.12	5.5.4	6.11	01-20, 01-203	Matriz de verificação de testes
Controle de Prod. Não Conformes	4.13	5.5.2	6.12	01-20	Classificação de não conformidade e MRB
Manuseio,Armazenamento, Embalagem,Preservação e Entrega	4.15	5.5	6.13	01-202	Proteção contra choques, controle de contaminação
Controle de Registros da Qualidade	4.16	5.4.3, 5.5.4, 5.6	6.14	01-20, 01-700	Documentação "as built", rastreabilidade e EIDP
Treinamento	4.18	5.6	6.15	01-748	Qualificação e certificação de operadores

NOTAS: 1) Na coluna Observações, são ressaltados os pontos mais importantes a serem considerados, para a implementação dos requisitos suplementares, nos sistemas da qualidade das empresas.

2) Os elementos do sistema da qualidade, "Controle de Equipamentos de Inspeção, Medição e Ensaios", "Ação Corretiva e Preventiva", "Auditorias Internas da Qualidade" e "Técnicas Estatísticas", não foram considerados pelas razões descritas nos itens 5.1.f e 5.1.g.

8.0 - ESTUDO DE CASO - EMPRESA X1

8.1 - INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo analisar a empresa X1, participante dos fornecimentos externos realizados por indústrias para o INPE.

A empresa X1 tem se especializado nos processos de produção de painéis solares para satélites. A sua experiência acumulada é significativa, pois seus trabalhos abrangem desde a fabricação de todo o ferramental necessário à construção dos painéis, as colagens especiais, os testes de processo, até as inspeções de aceitação final.

A empresa X1 passou recentemente por um processo de certificação de acordo com as normas ISO 9000, que tem ocasionado uma convivência entre os requisitos da qualidade para produtos espaciais, com os requisitos baseados na padronização da ISO 9000. Portanto este estudo de caso pode fornecer subsídios interessantes para trabalhos envolvendo indústrias, sistemas da qualidade padrão ISO 9000 e requisitos da qualidade para produtos espaciais.

8.2 - DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O Grupo X0, sediado na grande Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, dispõe de um parque industrial que inclui vários prédios totalizando 13.000m^2.

A área fabril compreende uma moderna oficina mecânica plenamente equipada com máquinas ferramentas e máquinas de injeção plástica, uma ferramentaria, departamentos de engenharia e projetos, várias áreas de montagem, laboratório de metrologia, salas limpas e escritórios administrativos.

O Grupo X0 possui uma filial de venda e assistência técnica, sediada em prédio próprio em Alphaville - São Paulo, que dispõe também de "showroom" e salas de aula para cursos especializados.

A Empresa X1 foi fundada em 1975 com a missão de fornecer ao mercado brasileiro, modernos equipamentos para automação industrial e controle de processos.

A companhia começou as operações em 1977 fabricando equipamentos de controle numérico para máquinas operatrizes.

Rapidamente surgiram novas oportunidades, para expansão em outros mercados, utilizando a mesma base tecnológica. Por vários anos foram criadas novas divisões especializadas no desenvolvimento de novos produtos e atendendo segmentos distintos.

Durante a década de 80 várias destas divisões foram convertidas em companhias autônomas com seu próprio gerenciamento, sendo elas:

EMPRESA X1 . Fundada em 1975
. Equipamentos para automação industrial

EMPRESA X2 . Fundada em 1988
. Equipamentos para automação bancária

EMPRESA X3 . Fundada em 1985
. Sistemas de programação NC e sistemas DNC

EMPRESA X4 . Fundada em 1983
. Software e sistemas de coletas de dados

EMPRESA X5 . Fundada em 1990
. Equipamentos para controle de qualidade

EMPRESA X6 . Fundada em 1986
. Serviços de assistência técnica em periféricos de computador

8.3 - ESTRATÉGIA OPERACIONAL DA EMPRESA

Em todos os segmentos nos quais as empresas do Grupo participam, elas estão entre os líderes e freqüentemente importantes inovadores.

O Grupo investiu durante os anos em engenharia, desenvolvimento e capacidade de manufatura de maneira tal que produtos modernos podem ser lançados, com curtos períodos de desenvolvimento.

O Grupo é altamente verticalizado em prototipação e em manufatura mecânica e eletrônica para suportar esta política. Por exemplo, ao desenvolver partes mecânicas em sistemas CAD ("Computer Aided Design"), com os quais, são projetadas as ferramentas para a produção e são gerados os dados de usinagem que são passados às máquinas operatrizes via DNC ("Direct Numerical Control"). A seguir as matrizes são fabricadas e, finalmente, as partes são injetadas, estampadas ou usinadas na fábrica. O mesmo se aplica para as placas eletrônicas e para os "firmware" que são desenvolvidos, simulados e testados em sistemas CAE ("Computer Aided Engineering"), antes de se produzir os protótipos.

O Grupo X0 tem sólida posição financeira devido às políticas que enfatizam o reinvestimento constante e a modernização da fábrica e dos equipamentos.

A gerência do grupo está também consciente que a manutenção da posição de liderança em mercados de alta tecnologia significa estar competitivos, em nível de classe mundial.

Nas áreas onde os recursos e a escala permitem, as companhias do grupo tem desenvolvido os seus produtos inovativos e competitivos.

Nas outras áreas, acordos de transferência de tecnologia foram assinados ou "joint ventures" foram formadas.

Para um terceiro grupo de produtos e serviços, as companhias do Grupo alavancaram o seu conhecimento dos mercados nos quais são ativas para distribuir ou representar equipamentos importados e "software".

O sucesso do Grupo é devido em grande parte à habilidade de reconhecer os campos, onde a sua infra-estrutura e os seus recursos podem gerar os melhores resultados.

8.4 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA DA QUALIDADE

O Sistema da Qualidade do Grupo é integrado por vários documentos divididos em níveis de abrangência e detalhamento segundo tabela abaixo:

nível 1	Manual da Qualidade do Grupo X0	MQ-10000
nível 1	Manual da Qualidade da Empresa X1	MQ-11000
nível 1	Manual da Qualidade da Empresa X2	MQ-12000
nível 2	Manual dos Procedimentos Empresa X1	MP-21001
nível 2	Manual dos Procedimentos Empresa X2	MP-22001
nível 3	Manual das Instruções e Registros da Empresa X1	MI-31001
nível 3	Manual das Instruções e Registros da Empresa X2	MI-32001
	Documentos Acessórios	

O Manual da Qualidade (MQ) descreve o sistema da qualidade estabelecido para as atividades de projeto, fabricação, instalação e assistência técnica de produtos, definidos no escopo do sistema da qualidade de cada empresa do grupo.

O Manual da Qualidade está dividido em duas partes sendo a primeira parte relativa ao Grupo e a segunda parte relativa à empresa do grupo.

O Manual de Procedimentos (MP) descreve de maneira sucinta como as atividades da empresa estão organizadas e distribuídas. Este manual pode ser utilizado como documento explicativo da organização para a qualidade, a ser enviado para um cliente.

O nível de detalhamento visa somente esclarecer, cuidando para que o "know-how" da empresa não seja difundido.

O Manual de Instruções e Registros (MI) contém a descrição dos processos e os registros de acompanhamento utilizados como controle das atividades da empresa relacionadas à qualidade.

Os Documentos acessórios completam e integram as instruções com informações específicas sobre produtos e atividades.

O sistema da qualidade implantado na Empresa X1 visa assegurar o pleno atendimento dos requisitos de qualidade para todos os produtos e serviços da empresa e é aplicável ao projeto, produção e engenharia de aplicação de produtos incluídos nas seguintes categorias:

- Equipamentos de controle industrial;
- Transdutores elétricos e medidas geométricas;
- Equipamentos de controle de tráfego viário;
- Periféricos para estações CD/CM:
  "Polares";
  Mesas digitalizadoras.
- Produtos destinados ao uso espacial:
  Girômetros;
  Giroscópios;
  Painéis solares para satélites;
  Sistemas geradores de energia para satélites.

8.5 - MISSÃO E PRINCÍPIOS DA EMPRESA

A missão da Empresa X1 é:

PROCURAR DESAFIOS TECNOLÓGICOS QUE RESULTEM EM PRODUTOS, PROCESSOS E SERVIÇOS QUE SEJAM INOVADORES E DE QUALIDADE, VISANDO A TOTAL SATISFAÇÃO DO CLIENTE.

Os princípios da Empresa X1 constituem-se nos elementos mais importantes do nosso relacionamento e são os seguintes:

Cliente .Será merecedor dos nossos maiores esforços para a sua total satisfação.

Fornecedor .Buscar fornecedores que se identifiquem com a nossa Política da Qualidade, desenvolvendo com estes relações de parceria.

Colaborador .O seu progresso será baseado no valor da sua contribuição e na sua lealdade à empresa.
.A empresa apoiará e incentivará idéias novas e criativas, nas quais o proponente queira se envolver plenamente para a sua concretização.

Empresa .A saúde e lucratividade da empresa serão perseguidas como forma de assegurar sua continuidade e crescimento.

Sociedade .Interagir com a sociedade para promover o seu desenvolvimento.

8.6 - POLÍTICA PARA QUALIDADE

A EMPRESA X1 TEM COMO COMPROMISSO PROCURAR DESAFIOS TECNOLÓGICOS QUE RESULTEM EM PRODUTOS, PROCESSOS E SERVIÇOS QUE SEJAM INOVADORES E DE QUALIDADE, VISANDO A TOTAL SATISFAÇÃO DO CLIENTE.

A SATISFAÇÃO DO CLIENTE SERÁ CONSEGUIDA PELA VIGILÂNCIA EXERCIDA POR TODOS OS COLABORADORES NA IDENTIFICAÇÃO, PREVENÇÃO E CORREÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES E NA BUSCA DE MELHORIAS CONTÍNUAS, NOS VÁRIOS ESTÁGIOS DO PROCESSO PRODUTIVO E NA INTERFACE COM OS CLIENTES E COM OS FORNECEDORES.

8.7 - ESTRUTURA DA EMPRESA

	Setor		
PRD	Presidência		
DIF	Diretoria Financeira		
CTB		Contabilidade	
DIT	Diretoria Técnica		
GQU		Garantia da Qualidade	
MAT		Materiais	
			Compras
COM			
			Recebimento
REC			
EXP			Expedição
ALX			Estoque
PCP		Planejamento Produção	
PRM		Produção Mecânica	
			Oficina Mecânica
OFN			
			Serralheria
SER			Pintura
PIN			Lab. Químico
LAB			Marcenaria
MAR			
PRE		Produção Eletrônica	
			Montagem Placas
			Montagem Cabos
MOC			Fitas
FIT			Testes Placas
TES			Montagem Produtos
MPR			
			Assistência Técnica
ATR			
EDS		Desenvolvimento Produtos	
			Documentação
DOC			
LAO			Lay-out
EMF		Engenharia Manufatura	
TEA		Tecnologias Avançadas	
DRH		Recursos Humanos	
MAN		Manutenção	
GER	Gerência de Vendas		
VIN		Vendas Indicadores	
VCP		Vendas CLP	
VTR		Vendas Tráfego	
VPS		Vendas Periféricos e SW	
ATS		Assistência Técnica	
ADM		Administração	

8.8 - IMPLANTAÇÃO DA ISO 9000

A implantação do sistema de qualidade baseado nas normas ISO série 9000 na Empresa X1, iniciou-se em fevereiro de 1995 e teve a sua certificação concluída em julho de 1995. O prazo de implantação reduzido deveu-se principalmente ao envolvimento direto do diretor técnico da empresa (2º homem dentro da alta administração), que assumiu pessoalmente a coordenação das ações e conduziu o processo de forma eficaz, envolvendo grande parte dos funcionários da empresa. Na fase de elaboração dos procedimentos operacionais e instruções de trabalho da Empresa X1, a participação de elementos da TEA (Divisão de Tecnologias Avançadas) teve influência marcante, principalmente pela contribuição que trouxe devido à experiência adquirida nos trabalhos realizados na área espacial, em função do sistema da garantia do produto aplicado pelo INPE aos seus contratados.

A interface entre o sistema da qualidade da Empresa X1 com os requisitos de garantia do produto impostos pelo INPE foi, inicialmente definida, procurando-se aplicar na medida do possível a mesma sistemática de qualidade adotada para a empresa com base na ISO 9001 para os produtos espaciais desenvolvidos pela TEA, preservando-se integralmente todos os requisitos estabelecidos no plano de garantia do produto elaborado pelo INPE.

8.9 - REFLEXOS INTERNOS

A implantação da ISO 9001 trouxe conseqüências que afetaram o relacionamento da TEA com os outros setores internos da própria empresa. O primeiro aspecto positivo na melhoria do relacionamento interno foi, justamente, a quebra do sentimento existente de que a TEA era uma ilha dentro da empresa, tanto devido à própria natureza dos trabalhos realizados quanto, principalmente, aos requisitos de qualidade da área espacial, que via de regra eram causa de dúvidas e mal entendidos, caracterizando um relacionamento mais difícil, principalmente no chão de fábrica. Com o sistema da qualidade da empresa implantado de acordo com a ISO 9001, este relacionamento foi se transformando numa interação mais natural e conseqüentemente mais eficiente com o restante da empresa. Com relação ao setor produtivo, os mesmos requisitos da qualidade solicitados pela TEA, que anteriormente eram focos de conflito, passaram a ser melhor compreendidos e o seu atendimento passou a ser realizado com maior facilidade e rapidez, principalmente devido aos novos procedimentos de inspeção adotados, baseados na ISO 9001.

Outro ponto importante a ser citado, é a tendência do sistema da qualidade da empresa de assumir funções que anteriormente eram acumuladas e desempenhadas pela própria TEA (controle de documentação por exemplo), trazendo como conseqüência a liberação de parte de seus encargos e criando condições para a concentração de esforços nas áreas mais específicas da qualidade, não cobertas pela ISO 9001, para atendimento dos requisitos de garantia do produto estabelecidos pelo INPE.

Por outro lado, com base nas melhorias observadas nos métodos e processos utilizados pela empresa nos trabalhos da área espacial, pode-se constatar que a certificação ISO 9001 contribuiu para aumentar o "feedback" recebido, incrementando a introdução de melhorias nos procedimentos da área espacial e facilitando novos desenvolvimentos de processos aplicados a produtos espaciais.

8.10 - CONCLUSÕES

A Empresa X1, com o seu sistema de qualidade em conformidade com a ISO 9001, certamente atingirá níveis de capacitação mais elevados, estando inclusive em condições mais favoráveis para assimilar a experiência do INPE através dos trabalhos da TEA, não só na área de garantia do produto, mas também de um modo geral na própria área de engenharia e tecnologia espacial. A rigor a empresa se beneficiará de conhecimentos advindos de áreas de excelência do INPE (confiabilidade por exemplo), que alavancarão a mesma em direção ao mercado de produtos mais sofisticados e de alta tecnologia.

Portanto a visão que se tem é que com a implantação da ISO 9001 na Empresa X1, as relações cliente-fornecedor têm condições de se estreitar trazendo vantagens mútuas. A Empresa X1 participará mais facilmente de novos projetos, suportados por uma estrutura de garantia da qualidade mais ampla, que abrangendo toda a empresa permitirá um envolvimento mais efetivo das áreas produtivas, direcionando os esforços de modo a se obter respostas mais rápidas e a custos menores. Por outro lado o INPE tem como benefício maiores possibilidades de contratações externas, contando com um parceiro em condições de assumir tarefas de complexidade crescente e de maior responsabilidade, que naturalmente exigem o suporte de um sistema de garantia de qualidade bem estruturado e efetivamente implantado.

Cabe ainda ressaltar que apesar dos aspectos positivos citados, foram observadas dificuldades no inter-relacionamento entre o sistema da qualidade da empresa organizado conforme a ISO 9001 e o sistema da qualidade baseado no plano de garantia do produto do INPE. Em outras palavras, a passagem de atividades da garantia do produto para o sistema da qualidade da empresa, sem o cuidado de se assegurar o pleno atendimento dos requisitos estabelecidos para produtos espaciais, acabou trazendo problemas que prejudicaram a qualidade dos trabalhos realizados, principalmente devido a alterações introduzidas nas rotinas de inspeção e controle de processos. A origem desses problemas está ligada a um excesso de confiança no sistema da qualidade da empresa após certificação pela ISO 9001, que conforme mostrado no decorrer deste trabalho, não é suficiente para atender incondicionalmente a área espacial. Todavia pode-se notar claramente a tendência de se promover alterações para novos projetos da área espacial, de modo a se unificar partes do sistema da qualidade da ISO 9001 com o sistema de garantia do produto do INPE, dentro de uma compatibilização harmônica que permita reduzir a dispersão de esforços havida com a duplicidade de sistemas da qualidade, porém garantindo-se plenamente o cumprimento dos requisitos de qualidade estabelecidos para a área espacial.

Biblioteca
MAUÁ
BIM
Engenharia
EFEI

9.0 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

9.1 - CONCLUSÕES

- **A aplicação das normas ISO série 9000 nas indústrias, permite introduzir um sistema da qualidade bem estruturado que cobre toda a organização e aumenta a sua capacitação para a execução de trabalhos a níveis tecnológicos mais elevados, facilitando a assimilação de novos requisitos para produtos mais complexos e colocando-a numa posição favorável para adaptar seus procedimentos para atender a área espacial.**

- **As normas ISO série 9000 por si somente e na sua forma geral de apresentação, não asseguram pleno atendimento às exigências da área espacial, em outras palavras, o sistema da qualidade voltado para produtos espaciais necessita de requisitos adicionais não detalhados nas normas ISO 9000.**

- **O processo de qualificação de fornecedores realizado pelo INPE será bastante simplificado, no caso de empresas familiarizadas com a utilização de sistemas da qualidade com base na ISO 9000 e principalmente com a suplementação de requisitos específicos para atender a área espacial.**

- **A convivência das empresas com a metodologia de trabalho, as tecnologias de ponta e os procedimentos da qualidade exigidos nos fornecimentos dos produtos espaciais, trará "feedback" importante que permitirá aprimorar o seu sistema produtivo, induzindo a inovações e melhorias correspondentes a incrementos tecnológicos e de qualidade nos seus demais produtos e processos.**

- **Os requisitos adicionais de qualidade para produtos espaciais aliados às diretrizes para a sua implementação, conforme apresentado neste trabalho, constituem-se num guia que auxiliará a adaptação dos sistemas da qualidade das empresas, preparando-as para atender as exigências da área espacial dentro da padronização ISO 9000.**

9.2 - RECOMENDAÇÕES

- **Dar continuidade aos estudos aqui iniciados, propondo à AEB (Agência Espacial Brasileira) uma normalização para sistemas da qualidade aplicados a indústrias do setor espacial, aproveitando-se a padronização ISO 9000.**

- **Estudar a situação da autonomia do INPE com base na atual legislação de licitações e contratos em vigor, com o objetivo de propor alternativas que facilitem a execução de parcerias com indústrias do setor espacial.**

- **Desenvolver o elemento da qualidade "Técnicas Estatísticas" (item 4.20 da NBR ISO 9001 e item 20 da NBR ISO 9004-1) através de estudos aplicados a confiabilidade de projetos e a planos de amostragem para ensaios de envelhecimento acelerado e simulações ambientais aplicadas à qualificação de equipamentos, componentes, materiais e processos para uso espacial.**

BIBLIOGRAFIA

1. NBR ISO 9000-1 - ABNT (1994)
   Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade
   Parte 1 : Diretrizes para seleção e uso

2. NBR ISO 9001 - ABNT (1994)
   Sistemas da qualidade - Modelo para garantia da qualidade em projeto, produção, instalação e serviços associados

3. NBR ISO 9004-1 - ABNT (1994)
   Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade
   Parte 1 : Diretrizes

4. ESA-PSS-01 - European Space Agency (1981)
   Basic Requirements for Product Assurance of ESA Spacecraft and Associated Equipment

5. ESA-PSS-01-20 - European Space Agency (1981)
   Quality Assurance of ESA Spacecraft and Associated Equipment

6. ESA-PSS-01-30 - European Space Agency (1992)
   Reliability Assurance Requirements for ESA Space Systems

7. ESA-PSS-60 - European Space Agency (1988)
   Component Selection Procurement and Control for ESA Space Systems

8. ESA- PSS- 01-70 - European Space Agency (1987)
   Materials and Processes Selection and Quality Control for ESA Spacecraft and Associated Equipment

9. ESA- PSS-01-201 - European Space Agency (1983)
   Contamination and Cleanliness Control

10. ESA-PSS-01-202 - European Space Agency (1983)
    Preservation, Storage, Handling and Transportation of ESA Spacecraft Hardware

11. EAS-PSS-01-203 - European Space Agency (1983)
    Quality Assurance of Test Houses for ESA Spacecraft and Associated Equipment

12. ESA-PSS-01-301 - European Space Agency (1992)
    ESA Derating Requirements and Application Rules for Electronic Components

13. ESA-PSS-01-603 - European Space Agency (1985)
Preferred Parts List

14. ESA-PSS-01-700 - European Space Agency (1993)
The Technical Reporting and Approval Procedure for Materials and Mechanical Processes

15. ESA-PSS-01-701 - European Space Agency (1985)
Data for Selection Space Materials

16. ESA-PSS-01-748 - European Space Agency (1992)
Requirements for ESA Approved Skills Training and Certification (Electronic Assembly Techniques)

17. A-GQL-006 - INPE (1990)
MECB Product Assurance Plan

18. C-PAD-003 - INPE-CAST (1989)
Basic Requirements for Contractors, Product Assurance Plan of CBERS Spacecraft and Associated Equipment

19. A-GQL-2001 - INPE (1995)
SCD3 Product Assurance Requirements

20. MIL-STD-756B (1981)
Reliability Modeling and Prediction

21. MIL-STD-1629A (1984)
Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis

22. MIL-HDBK-217F (1990)
Reliability Prediction of Electronics Equipment

23. FED STD 209D (1988)
Clean Room and Work Station Requirements, Controlled Enviroment

24. The use of International Standards Organization ISO 9000 in place of Military Standards
Stanley M. Beckerdite
M.S. Thesis - 1992
Naval Postgraduate School, Monterey, CA.

25. Lei Nº 8.666/93
Licitações e Contratos Administrativos
Diário Oficial da União (22 de junho de 1993)

26. The Brazilian Plan for ECO-8: an eight satellite equatorial low orbit communication system
Décio Ceballos, Project Manager, INPE
Space Communications - vol 3 / 1993

27. Humidity Sonder for Brazil
Product Assurance Requirements for Equipment Suppliers
RQS-HSB-0003 (MAY 1996)
Howard V.Smith, Directorate Product Assurance Manager
Matra Marconi Space

28. Segurança de Funcionamento, Confiabilidade e Disponibilidade
Guy Hameury, Centre National De Etudes Spatiales (CNES)
Curso de Tecnologia Espacial - CTA/Propesa (1989).

29. Diretrizes Institucionais (1992)
CPN - Coordenadoria de Planejamento
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

30. The Management and Control of Quality
James R. Evans
William M. Lindsay
West Publishing Co - Copyright 1989

APÊNDICE I

OBSERVAÇÕES RELEVANTES

E

SUGESTÕES FINAIS

APÊNDICE I

OBSERVAÇÕES RELEVANTES E SUGESTÕES FINAIS

Ia - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho permitiu uma visão ampla da posição do INPE e do seu relacionamento com as indústrias do setor espacial. Desse modo durante a realização dos levantamentos e diagnoses na ETE constatou-se inúmeros fatos que direta ou indiretamente tem influenciado a situação da qualidade e a participação industrial na área espacial. Portanto, indo além do objetivo principal deste trabalho, aproveita-se a oportunidade para registrar as observações relevantes e sugestões finais que beneficiem a qualidade do setor espacial.

Ib - OBSERVAÇÕES RELEVANTES

Iba - Trabalhos Conjuntos e Parcerias

- **A criação de "mecanismos" que induzam a trabalhos conjuntos entre Indústrias, Universidades e Centros de Pesquisa, para desenvolvimento de projetos e processos aplicados a produtos espaciais, constituirá um grande avanço para a formação de um parque de indústrias espaciais no país.**

- **Os trabalhos focalizados sob a forma de parcerias constituem-se em fatores importantes para a viabilização do envolvimento de empresas especializadas, com alto potencial tecnológico, que seriam estimuladas a uma participação significativa no desenvolvimento de projetos aplicados aos programas espaciais.**

- **As empresas dentro dos trabalhos de parceria poderiam utilizar equipamentos, laboratórios e salas limpas do INPE, diminuindo suas necessidades de investimentos iniciais e despesas indiretas, trazendo significativa redução nos custos dos produtos ou serviços fornecidos, que proporcionarão aumento da sua competitividade.**

- O INPE através dos trabalhos de parcerias terá como vantagem a maior utilização da sua infra-estrutura , eliminando ociosidades e reduzindo seus custos com manutenção que seriam rateados com seus parceiros, além de contar com facilidades para reequipamentos quando houvesse interesse comum.

- Os trabalhos conjuntos representam um fator de sinergia entre indústrias, universidades e centros de pesquisa, caracterizando-se como importante "instrumento" de apoio tecnológico, capaz de conduzir a um real aumento da capacidade produtiva do sistema como um todo, permitindo respostas mais rápidas às solicitações do INPE e favorecendo o desenvolvimento de projetos de maior porte.

- A complexidade das interfaces dos trabalhos conjuntos, devido a suas características multidisciplinares, requer o estabelecimento de uma padronização que conduza o seu desenvolvimento de forma harmônica, baseada num sistema da qualidade bem organizado e capaz de atender os requisitos dos produtos espaciais.

- A utilização das normas ISO 9000 apresenta-se como alternativa vantajosa para a padronização desejada, principalmente devido a sua difusão e conhecimento junto às empresas, o que facilitaria a sua aplicação com a inclusão dos requisitos específicos para a área espacial.

- Os trabalhos conjuntos podem se constituir em importantes vetores de estímulo para a aplicação e difusão dos requisitos de qualidade elaborados para a área espacial de acordo com as normas ISO 9000, contribuindo portanto para a consolidação da qualidade nas indústrias e instituições envolvidas no programa espacial.

Ibb - Recursos Humanos

- **A falta de recursos humanos com experiência em trabalhos na área espacial constitui-se a maior dificuldade para o desenvolvimento de projetos e a fabricação de produtos espaciais.**

- **A realização de convênios e projetos de capacitação tecnológica entre indústrias, centros de pesquisa e principalmente universidades, permite difundir de forma acelerada a experiência existente na área espacial, facilitando a absorção de tecnologia pelas instituições envolvidas e favorecendo a formação de recursos humanos e a criação de núcleos de especialização como apoio tecnológico ao desenvolvimento de projetos.**

- **A formação de recursos humanos pode ser consolidada através da adoção de uma política envolvendo o INPE, as universidades e as indústrias, ficando o INPE como o elemento de difusão tecnológica, as universidades como vetores de desenvolvimento tecnológico e formação de recursos humanos, e as indústrias como elementos de absorção das tecnologias desenvolvidas e dos recursos humanos formados .**

- **O envolvimento tripartite INPE x Indústria x Universidade, permite a disponibilidade de um maior volume de pessoal qualificado para se envolver nos programas espaciais, passando as indústrias a contar com as universidades para suprimento de recursos humanos e participação no desenvolvimento de projetos e as próprias universidades por sua vez dinamizam suas atividades e melhoram suas instalações laboratoriais.**

- **A formação de recursos humanos deve abranger todas as áreas de especialização que concorram para a formação das equipes multidisciplinares necessárias para o desenvolvimento de projetos espaciais e, principalmente, a área específica da garantia do produto, que tem papel importante como agente polarizador para a implantação das normas ISO 9000 nas indústrias ligadas ao programa espacial.**

Ic - SUGESTÕES FINAIS

À AEB (Agência Espacial Brasileira) :

- **Fomentar atividades de formação de recursos humanos, com capacitação dirigida para atender ao setor espacial, através da conjugação de esforços entre centros de pesquisa (como INPE e CTA) e universidades com áreas de especialização compatíveis.**

- **Direcionar esforços a nível federal junto ao Ministério das Comunicações, com o objetivo de assegurar cotas de participação para indústrias nacionais nos fornecimentos relativos à satélites de telecomunicações, de modo a consolidar a capacitação industrial existente no segmento espacial do país.**

Ao INPE :

- **Implementar facilidades e estimular a realização de parcerias com indústrias do setor espacial, com o objetivo de racionalizar o uso de recursos materiais, reduzindo suas necessidades de investimentos e permitindo melhor aproveitamento das instalações existentes no INPE**

- **Estimular a participação de indústrias, e principalmente universidades, no desenvolvimento dos projetos institucionais de capacitação tecnológica, atualmente restritos ao âmbito interno do INPE, com o objetivo de expandir a base tecnológica envolvida, facilitando a aplicação e aproveitamento dos resultados diretos e indiretos advindos.**

À a AEB e ao INPE :

Estabelecer e implementar um plano de qualificação industrial, coordenado pela AEB, envolvendo o INPE e a AIAB (Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil) com o objetivo de incentivar e oferecer facilidades para que as empresas formalizem processos de certificação pelas normas ISO 9000, incluindo os requisitos adicionais de qualidade para produtos espaciais.

Biblioteca MAUÁ BIM

APÊNDICE II

TRANSPARÊNCIAS DA APRESENTAÇÃO

DO TRABALHO

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

"SISTEMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE: O USO DAS NORMAS ISO SÉRIE 9000 NO SETOR ESPACIAL"

ANTONIO CARLOS DA COSTA NEVES

ORIENTADOR : PROF. LUIZ GONZAGA MARIANO DE SOUZA, PHD

ITAJUBÁ, 1996

OBJETIVO / IMPORTÂNCIA / CONTRIBUIÇÃO

OBJETIVO:

SIMPLIFICAR O PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES DE PRODUTOS ESPACIAIS, PROPONDO A APLICAÇÃO DE S.Q. ISO 9000 SUPLEMENTADOS COM REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA A ÁREA ESPACIAL.

IMPORTÂNCIA:

- POSSIBILIDADE DE SE UTILIZAR ADEQUADAMENTE AS NORMAS ISO SÉRIE 9000 NO SETOR ESPACIAL.
- ASSUNTO RELEVANTE PARA A ÁREA DA QUALIDADE, POUCO DISCUTIDO COM EMBASAMENTO TEÓRICO.
- PONTO DE PARTIDA PARA A PADRONIZAÇÃO NORMATIVA DA ISO 9000 PARA O SETOR ESPACIAL.

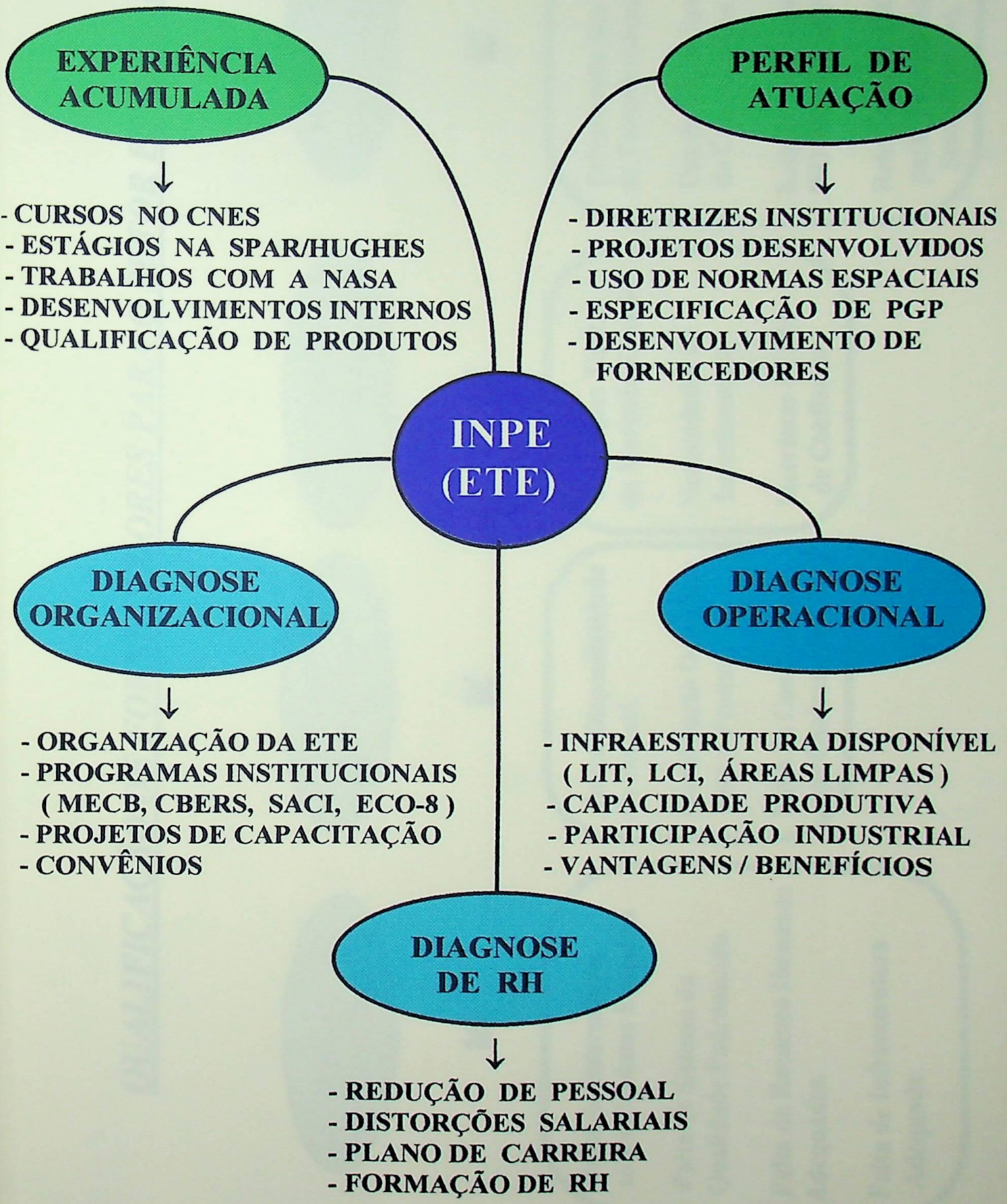
CONTRIBUIÇÃO:

FORNECER ORIENTAÇÃO PARA ADAPTAÇÃO DOS S.Q. DAS EMPRESAS PARA ATENDER OS REQUISITOS DE QUALIDADE EXIGIDOS PELA ÁREA ESPACIAL.

ESTRUTURA DO TRABALHO

1	INTRODUÇÃO	→	CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO
2	CENÁRIO DO INPE NA ÁREA DE TECNOLOGIA ESPACIAL	→	REALIZAÇÕES, DIFICULDADES, POTENCIALIDADES E ENVOLVIMENTO NO MERCADO ESPACIAL
3	QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES PARA O SETOR ESPACIAL	→	PANORAMA DAS EMPRESAS, DIFICULDADES E LIMITAÇÕES P/ QUALIFICAÇÃO, TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS
4	O ENFOQUE DA QUALIDADE PARA A ÁREA ESPACIAL	→	CONCEITUA A QUALIDADE , APRESENTA O AMBIENTE ESPACIAL, SUAS RESTRIÇÕES E O S.Q. ADOTADO POR AGÊNCIAS ESPACIAIS
5	REQUISITOS DE QUALIDADE PARA PRODUTOS ESPACIAIS	→	ANÁLISE DE REQUISITOS DE QUALIDADE ADOTADOS PELO INPE E POR AGÊNCIAS ESPACIAIS
6	COMPARAÇÃO DE REQUISITOS ISO 9001 X ÁREA ESPACIAL	→	ESTUDO COMPARATIVO PARA IDENTIFICAÇÃO DE REQUISITOS ADICIONAIS P/ ÁREA ESPACIAL
7	PREPARAÇÃO DO SISTEMA DE QUALIDADE	→	DIRETRIZES P/ INCORPORAÇÃO DOS REQUISITOS ADICIONAIS NO S.Q. DAS EMPRESAS
8	ESTUDO DE CASO EMPRESA X1	→	ANÁLISE DE EMPRESA FORNECEDORA DO SETOR ESPACIAL, CERTIFICADA PELA ISO 9001
9	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	→	PRINCIPAIS CONCLUSÕES SOBRE O USO DA ISO 9000 NO SETOR ESPACIAL E REC. P/ FUTUROS TRABALHOS
10	APÊNDICE I OBSERVAÇÕES E SUGESTÕES FINAIS	→	OBSERVAÇÕES RELEVANTES E SUGESTÕES P/ CONSOLIDAÇÃO DA QUALIDADE NO SETOR ESPACIAL

CENÁRIO DO INPE NA ÁREA DE TECNOLOGIA ESPACIAL



QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES PARA O SETOR ESPACIAL

DIFICULDADES ENCONTRADAS

- Falta de Informações sobre Produtos Espaciais.
- Falta de Sistema da Qualidade Padronizado.
- Falta de Recursos Humanos Adequados.
- Falta de Infraestrutura Adequada.

LIMITAÇÕES DO INPE

- Pouca Disponibilidade de Pessoal.
- Qualificação Orientada para o Produto.
- Falta de Continuidade nas Contratações.

SITUAÇÃO DAS EMPRESAS

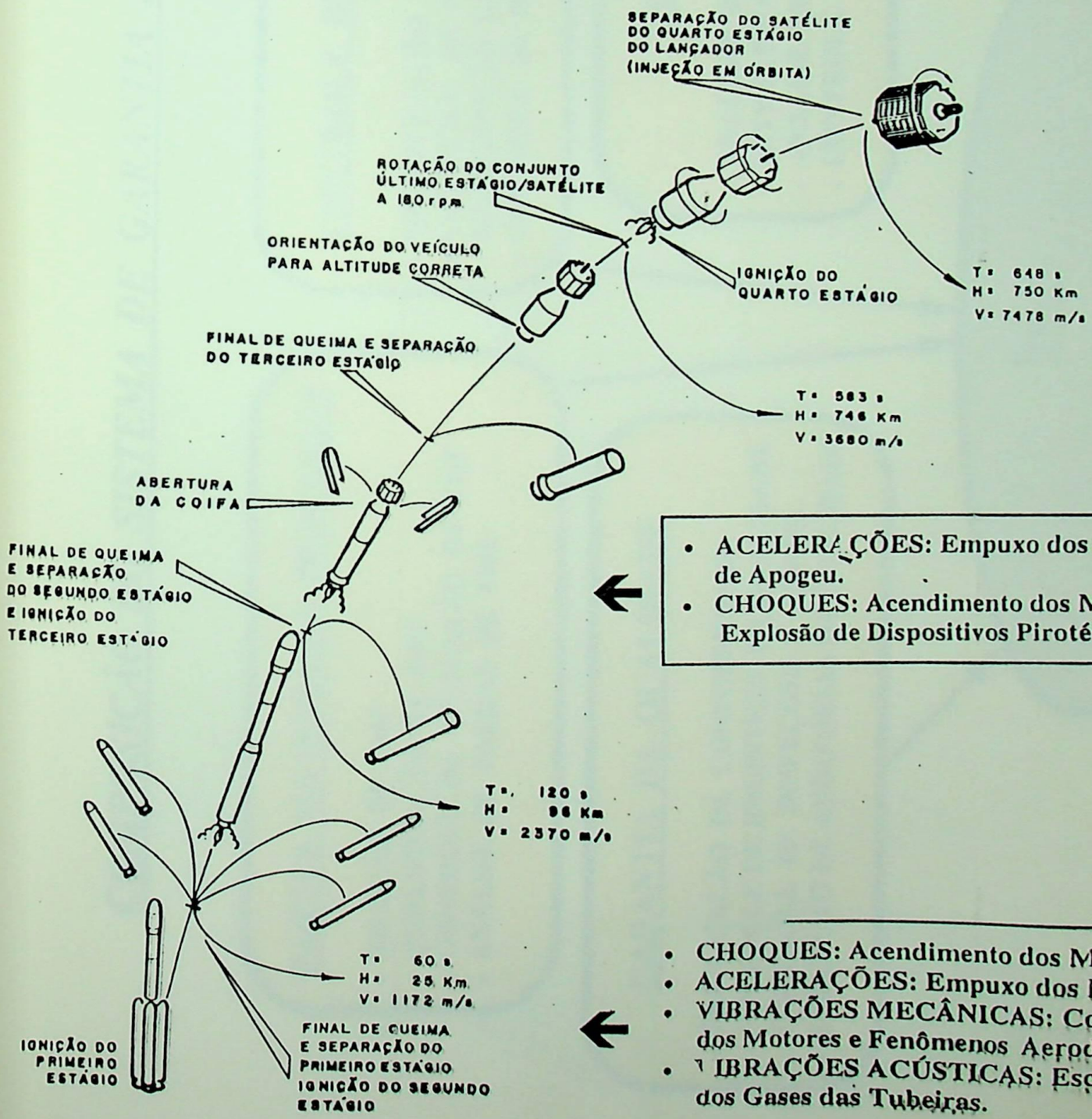
- Restrições Típicas do Mercado Espacial.
- Necessidades de Investimentos.
- Incertezas e Falta de Confiança

TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS

- Privatização dos Serviços de Telecomunicação.
- Uso de Novos Satélites de Comunicação.
- Exigências de Certificação ISO 9000 (FINEP e BNDES).
- Referência da ISO 9000 para Subcontratados do Setor Espacial.

O AMBIENTE ESPACIAL

- MICROMETEORITOS (<1μ g): Erosões e Perfurações nos Painéis Solares.
- VÁCUO (10^{-7} a 10^{-10} Torr): Perda de Material e Contaminações.
- VARIAÇÕES TÉRMICAS: Fadiga em Materiais e Componentes.
- AGRESSÕES QUÍMICAS: Corrosão devida ao Oxigênio Monoatômico.
- RADIAÇÕES (Ultravioleta e Partículas de Alta Energia): Degradações em Materiais e Falhas em Componentes Eletronicos.

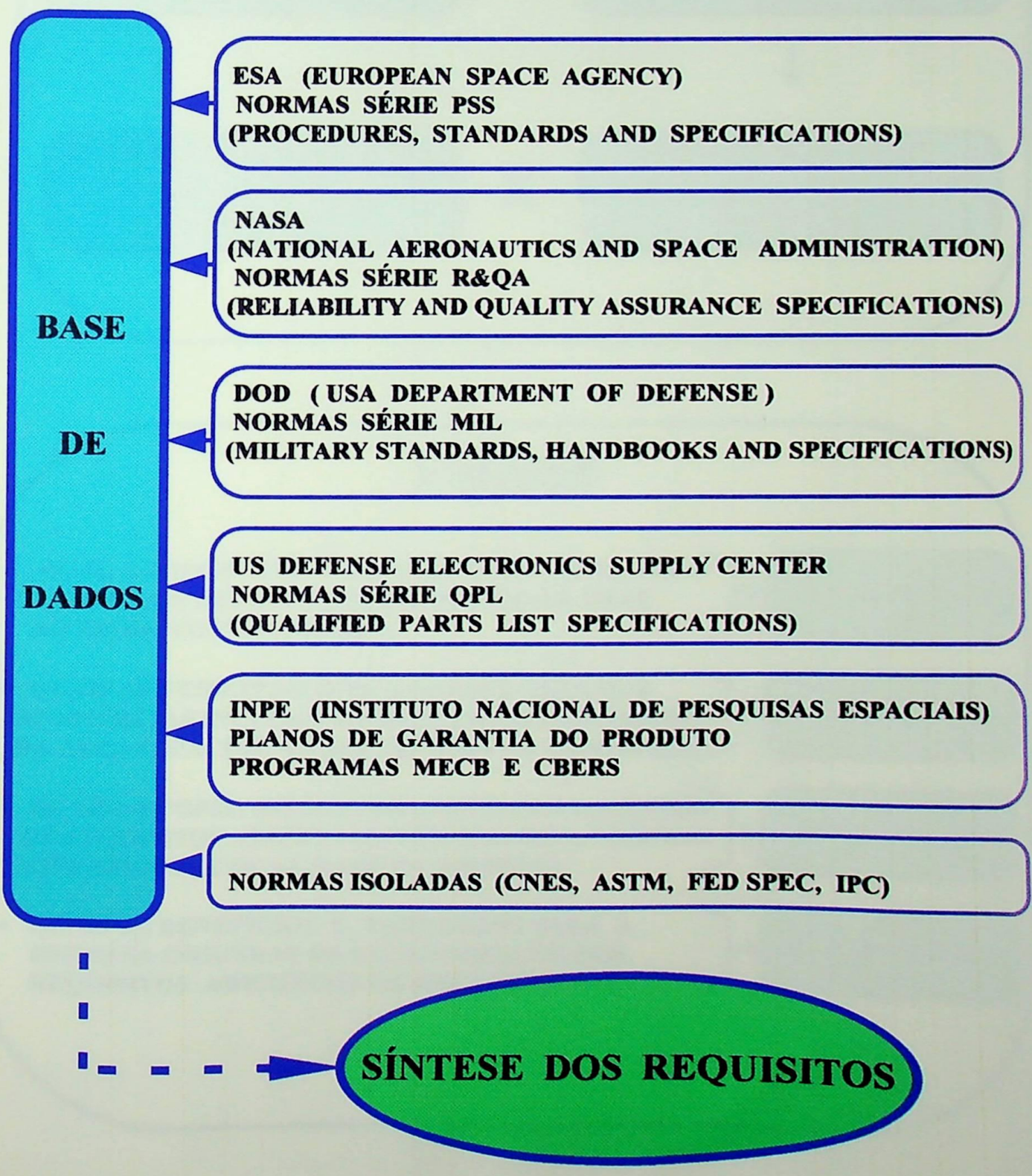


- ACELERAÇÕES: Empuxo dos Motores de Apogeu.
- CHOQUES: Acendimento dos Motores e Explosão de Dispositivos Pirotécnicos.

- CHOQUES: Acendimento dos Motores.
- ACELERAÇÕES: Empuxo dos Motores.
- VIBRAÇÕES MECÂNICAS: Combustão dos Motores e Fenômenos Aerodinâmicos.
- VIBRAÇÕES ACÚSTICAS: Escapamento dos Gases das Tubeiras.

COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE GARANTIA DO PRODUTO

REQUISITOS DE QUALIDADE PARA PRODUTOS ESPACIAIS



METODOLOGIA ADOTADA

ESTUDO COMPARATIVO

PADRÃO INTERNACIONAL (ISO) **X** **PADRÃO ESPACIAL (ESA)**

↓ ↓

REQUISITOS DO SISTEMA DA QUALIDADE (ISO 9001) **X** **REQUISITOS PARA PRODUTOS ESPACIAIS (CAP. 5)**

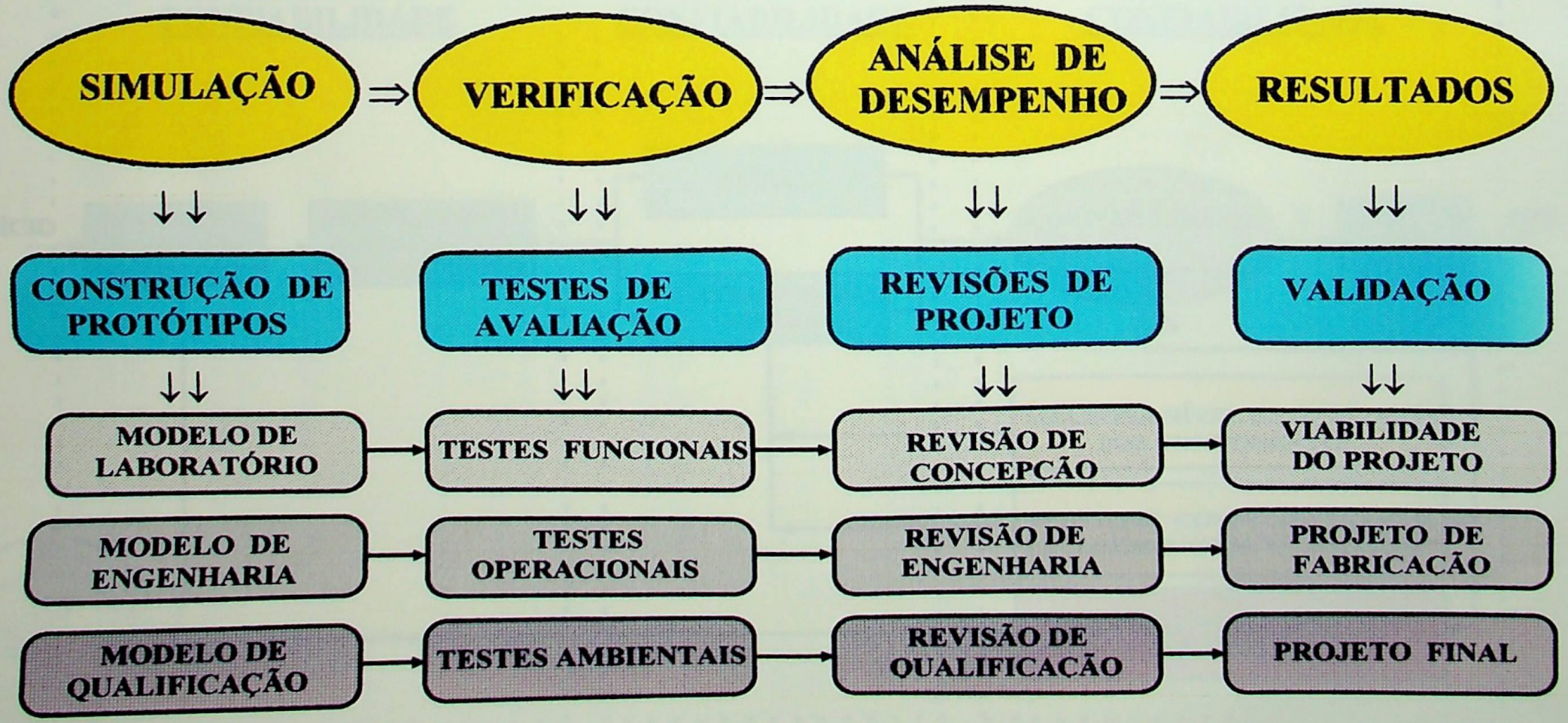
DIAGNOSE

- QUAL A IMPORTÂNCIA DO ELEMENTO ANALISADO E QUAIS OS IMPACTOS QUE A SUA FALTA TRAZ AO PRODUTO E À EMPRESA → **CONSCIENTIZAÇÃO**
- QUAIS AS PRINCIPAIS DIFICULDADES PARA QUE AS EMPRESAS INCLUAM OS REQUISITOS ADICIONAIS DA ÁREA ESPACIAL NO SEU SISTEMA DA QUALIDADE → **ALERTA**
- QUAIS AS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS PARA ATENDER OS REQUISITOS ADICIONAIS UTILIZANDO A PRÓPRIA ESTRUTURA DE QUALIDADE DA EMPRESA → **IMPLANTAÇÃO**
- QUAIS OS BENEFÍCIOS E VANTAGENS PARA A EMPRESA ORIUNDAS DA INCORPORAÇÃO DOS REQUISITOS ADICIONAIS DA ÁREA ESPACIAL → **FEEDBACK**

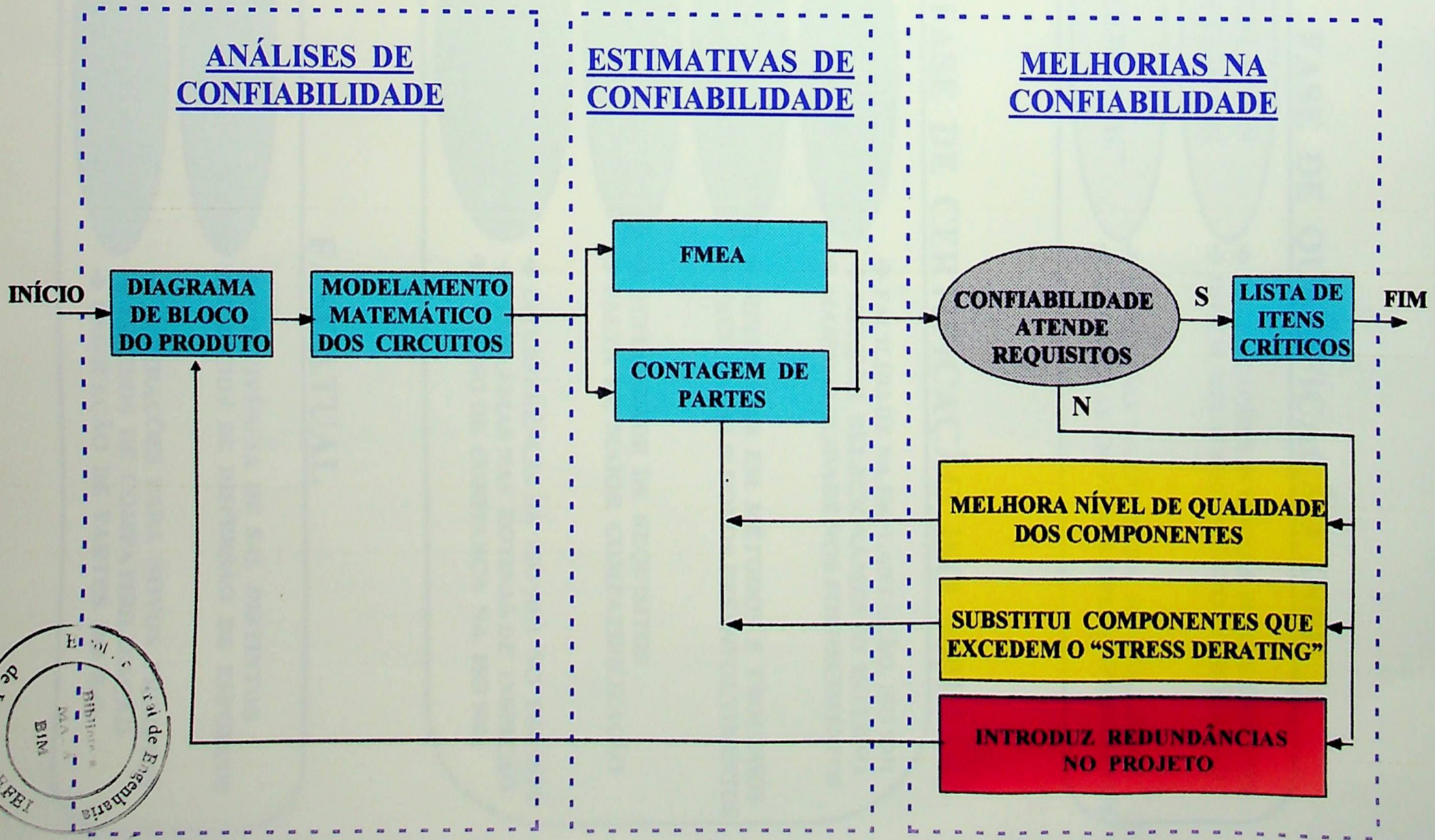
TABELA DE CORRESPONDÊNCIA
REQUISITOS ISO 9000 X REQUISITOS DA QUALIDADE PARA A ÁREA ESPACIAL

ELEMENTOS DO SISTEMA DA QUALIDADE (ISO-9001)	ITENS DE REFERÊNCIA			NORMAS APLICÁVEIS ESA-PSS	OBSERVAÇÕES
	ISO 9001	REQUISITOS DA QUALIDADE PARA PRODUTOS ESPACIAIS (CAP. 5)	ANÁLISE COMPARATIVA (CAP. 6)		
Responsabilidade da Administração	4.1	5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6	6.2	01-10, 01-20	Conscientização dos riscos e natureza do produto espacial
Sistema da Qualidade	4.2	5.2,5.3,5.4, 5.5, 5.6	6.3	01-10, 01-20	Adequação da organização, previsão de recursos materiais e humanos
Análise Crítica de Contrato	4.3	5.4, 5.5, 5.6	6.4	01-20	Avaliação de custos e prazos requeridos
Controle de Projeto	4.4	5.3, 5.4.1, 5.5.1, 5.6	6.5	01-21, 01-30, 01-301	Confiabilidade e qualificação do projeto
Controle de Documentos e Dados	4.5	5.6	6.6	01-11	Controle de interfaces, CCB e rastreabilidade
Aquisição	4.6	5.4	6.7	01-60, 01-70 01-603,01-701	"Procurement" de partes e materiais qualificados
Controle de Produto Fornecido pelo Cliente	4.7	5.6.6	6.8	01-20	Verificação do recebimento e rastreabilidade
Identificação e Rastreabilidade do Produto	4.8	5.6.1, 5.6.5, 5.6.6	6.9	01-11, 01-20	Sistema computacional para recuperação rápida de dados
Controle de Processo	4.9	5.5.2	6.10	01-20, 01-201	Qualificação de processos e controle de contaminação
Inspeção e Ensaio	4.10	5.5.2, 5.5.3	6.11	01-20, 01-203	Metodologia de inspeção e ensaio, TRRB e TRB
Situação da Inspeção e Ensaios	4.12	5.5.4	6.11	01-20, 01-203	Matriz de verificação de testes
Controle de Produtos Não Conformes	4.13	5.5.2	6.12	01-20	Classificação de não conformidades e MRB
Manuseio, Armazenamento, Embalagem, Preservação e Entrega	4.15	5.5	6.13	01-202	Proteção contra choques mecânicos, controle de contaminação e proteção contra descargas eletrostáticas
Controle de Registros da Qualidade	4.16	5.4.3, 5.5.4, 5.6	6.14	01-20, 01-700	Documentação "as built", rastreabilidade e EIDP
Treinamento	4.18	5.6	6.15	01-748	Qualificação e certificação de operadores

EXEMPLO DE APLICAÇÃO
METODOLOGIA DE QUALIFICAÇÃO DE PROJETO



EXEMPLO DE APLICAÇÃO - CONFIABILIDADE DO PROJETO



Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEI
Biblioteca
BIM

ESTUDO DE CASO - EMPRESA X1

FASE DE QUALIFICAÇÃO INPE

REFLEXOS INTERNOS
- → SOLICITAÇÕES INTERNAS MAIS EXIGENTES
- → DIFÍCIL RELACIONAMENTO C/ PRODUÇÃO

"FEEDBACK"
- → EVOLUÇÃO NA CULTURA DA QUALIDADE
- → MELHORIAS EM PROCEDIMENTOS INTERNOS

FASE DE CERTIFICAÇÃO ISO 9001

REFLEXOS INTERNOS
- → FACILIDADE NA IMPLANTAÇÃO ISO 9001
- → MELHOR RELACIONAMENTO INTERNO
- → MAIOR AGILIDADE NOS FORNECIMENTOS

"FEEDBACK"
- → MELHORIAS EM MÉTODOS E PROCESSOS
- → FACILIDADE P/ NOVOS DESENVOLVIMENTOS

SITUAÇÃO DO S.Q.
- → DUPLICIDADE DE REQUISITOS
- → FALTA DE MAIOR COMPATIBILIZAÇÃO

INFLUÊNCIA NOS PRODUTOS ESPACIAIS
- → INTERFERÊNCIA DA ISO 9001 NO PGP INPE
- → PROBLEMAS NAS ROTINAS DE INSPEÇÃO
- → EXCESSO DE CONFIANÇA NA ISO 9001

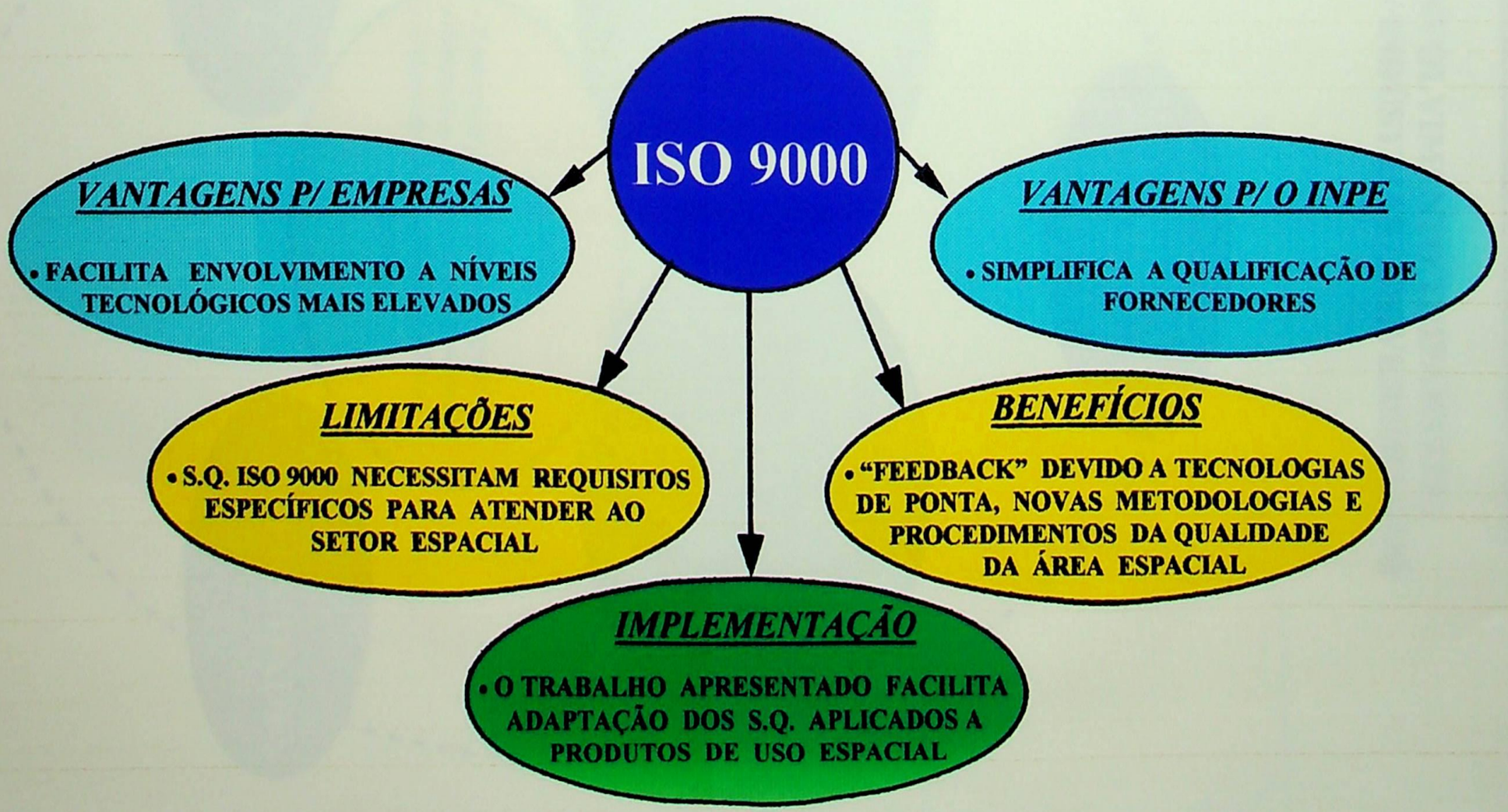
FASE ATUAL

SITUAÇÃO DO S.Q.
- → CONVIVÊNCIA DE S.Q. DISTINTOS
- → INDÍCIOS DE DISPERSÃO DE ESFORÇOS

TENDÊNCIAS
- → ALTERAÇÕES PARA NOVOS PROJETOS
- → ESTUDOS DE COMPATIBILIZAÇÃO
- → UNIFICAÇÃO DE PARTES DO S.Q.

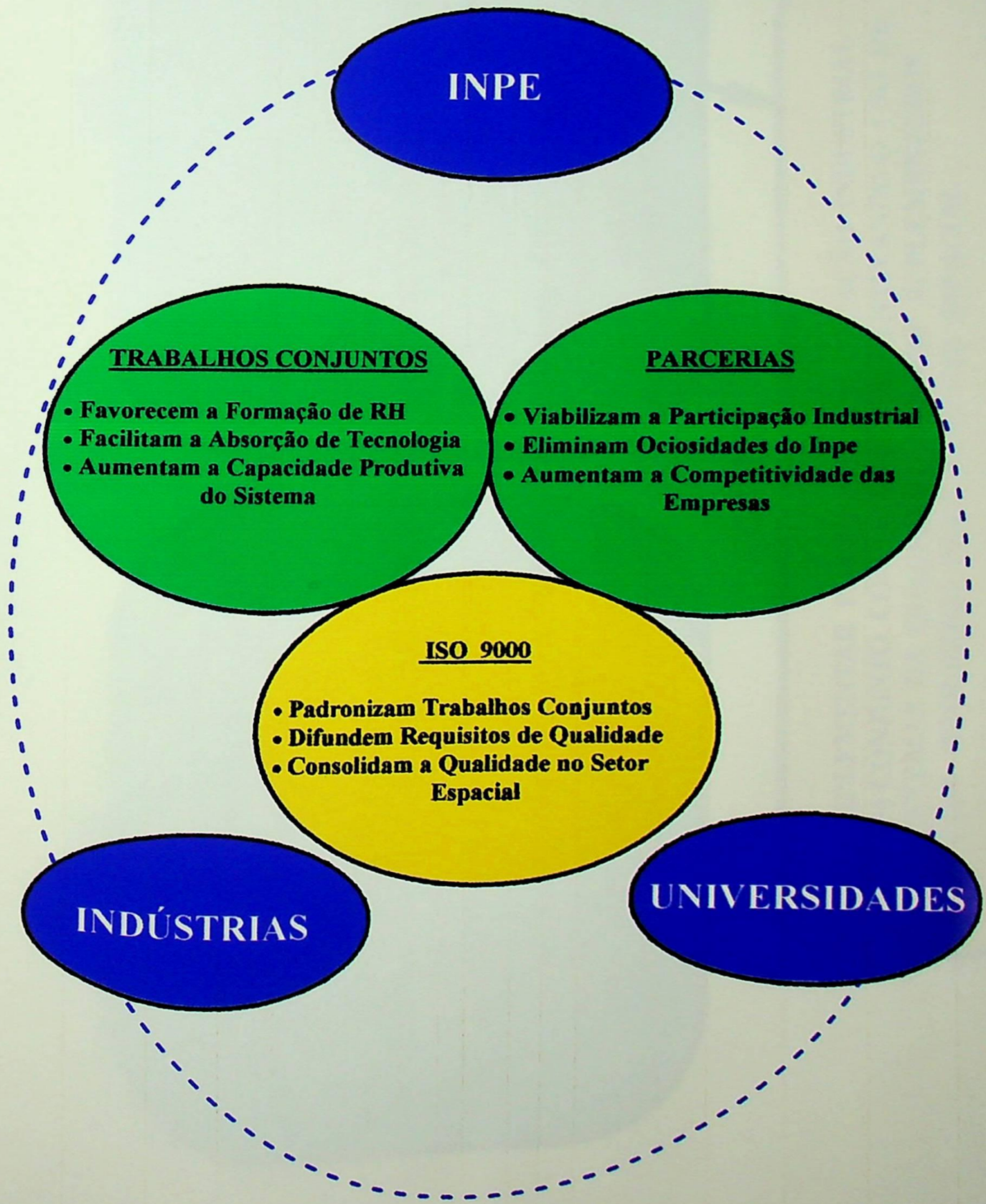
CONCLUSÕES

SISTEMAS DA QUALIDADE: O USO DAS NORMAS ISO SÉRIE 9000 NO SETOR ESPACIAL



OBSERVAÇÕES RELEVANTES

(ENVOLVIMENTO TRIPARTITE)
(INPE / INDÚSTRIAS / UNIVERSIDADES)



SUGESTÕES FINAIS

AEB

- FOMENTAR A FORMAÇÃO DE RH PARA A ÁREA ESPACIAL COM ENVOLVIMENTO TRIPARTITE (INPE X UNIVERSIDADE X INDÚSTRIA)
- ASSEGURAR A PARTICIPAÇÃO DE INDÚSTRIAS NACIONAIS NOS FORNECIMENTOS DE NOVOS SATÉLITES DE COMUNICAÇÃO
- PROPOR UMA NORMALIZAÇÃO ESPECÍFICA DE QUALIDADE COM BASE NA ISO 9000 PARA O SETOR ESPACIAL

INPE

- ESTIMULAR A REALIZAÇÃO DE PARCERIAS COM INDÚSTRIAS PARA RACIONALIZAÇÃO DO USO DE RECURSOS MATERIAIS
- EXPANDIR A BASE TECNOLÓGICA ENVOLVIDA NA ÁREA ESPACIAL ATRAVÉS DE DESENVOLVIMENTOS QUE ESTIMULEM PARTICIPAÇÕES DE UNIVERSIDADES E INDÚSTRIAS
- ANALISAR ALTERNATIVAS QUE FACILITEM A REALIZAÇÃO DE PARCERIAS DE ACORDO COM AS DISPOSIÇÕES DA LEI Nº 8666

AEB/INPE

- IMPLEMENTAR PLANO DE QUALIFICAÇÃO INDUSTRIAL EM CONJUNTO COM A A.I.A.B. INCENTIVANDO O USO DE SISTEMAS DA QUALIDADE ISO 9000 SUPLEMENTADOS COM REQUISITOS PARA O SETOR ESPACIAL

DATA 08 / 01 / 97
PROC.
PED. PPG
LIV.
R$ Doação

EFEI - BIBLIOTECA MAUÁ
8200879
NÃO DANIFIQUE ESTA ETIQUETA