

# **Aplicação de metodologia de análise e solução de problemas e seus desdobramentos na fabricação de peças para o setor aeronáutico – um estudo de caso**

Marcelo Leite Vanderlei  
UNITAU  
eng.mlv@hotmail.com

Jorge Muniz  
UNITAU  
jorgemuniz86056@gmail.com

## **RESUMO**

*Um dos grandes desafios da gestão de produção aliado à gestão da qualidade é identificar as causas de uma não conformidade no sistema produtivo e garantir a sua eliminação. Em todos os setores, a busca da operação eficaz, onde se busca o defeito zero, é perseguido intensamente. No setor aeronáutico, não é diferente, pois são produtos com alto valor agregado e a segurança é alcançada através da qualidade total. A manufatura deve ser eficaz, porque à margem de erro e atraso não é tolerado. Por isso formas de determinação da causa de uma não conformidade, se não utilizado uma metodologia científica, não garante que as ações sejam eficazes prejudicando a cadeia produtiva, e em muitos casos permitindo que os erros de operação se repitam por várias vezes. Este artigo é baseado na experiência de implantação da metodologia de análise e solução de problemas, onde o foco da análise se baseia na aplicação da ferramenta de qualidade chamado Gráfico de Causa x Efeito, também conhecido como Gráfico Ishikawa ou Espinha de Peixe. A eficácia da implantação se deu pela combinação da escolha desta ferramenta da qualidade aliado com um banco de dados simples das causas identificadas e um plano de ação ligado às ações corretivas e preventivas com forte gerenciamento de seguimento das ações. Neste artigo, o Gráfico Causa x Efeito será denominado simplesmente como Ishikawa.*

Palavras-Chave: Produção, Qualidade, Ishikawa.

## **1. FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

ARAÚJO (2006) cita que as ferramentas da qualidade são instrumentos que possibilitam evidenciar os problemas, explicitar suas causas e efeitos, estabelecer prioridades das melhorias a serem adotadas e gerenciá-las.

### **1.1. BRAINSTORMING**

Conforme ARAÚJO (2006), o *brainstorming* (tempestade de idéias) é uma técnica de grupo empregada para incentivar o pensamento criativo e auxiliar um grupo a obter o máximo de idéias no menor tempo possível. Essa técnica promove um debate entre os membros da equipe a fim de exporem suas idéias sem barreiras psicológicas. Esse tipo de ambiente ajuda os membros da equipe a:

- Expressar suas idéias;
- Utilizar as experiências individuais e coletivas da equipe para desenvolver idéias com maior profundidade;
- Obter um volume maior de idéias do que se produziria individualmente;
- Gerar uma variedade de idéias diferentes daquelas que se pensa normalmente.

É um componente importante de várias ferramentas da qualidade. Costuma ser utilizado como a primeira etapa para facilitar a coleta de dados verbais ou a geração de idéias para ajudar a solucionar um problema.

## 1.2. CÍRCULOS DE CONTROLE DE QUALIDADE

De acordo com ARAÚJO (2006), os Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) são grupos de discussão visando melhorias, formados por colaboradores geralmente de uma mesma área, com o objetivo de resolver problemas, identificando suas causas e sugerindo soluções viáveis. Normalmente estes grupos utilizam técnicas de resolução de problemas a exemplo do brainstorming, diagrama de Ishikawa e Análise de Pareto. A adoção de técnicas e ferramentas que possam identificar problemas ou oportunidades no desempenho da organização é imprescindível para que a mesma possa desenvolver a totalidade de sua potencialidade como organização produtiva com práticas dos conceitos de Qualidade Total.

No caso da organização, foi criado um grupo chamado de Grupo de Análise de Produtos Não conforme, que visa à verificação das causas de refugos de produtos e relaciona seus defeitos a problemas ações de contenção, correção e prevenção.

## 1.3. DIAGRAMA DE CAUSA X EFEITO – ISHIKAWA

Diagrama de Ishikawa, diagrama de causa e efeito ou diagrama espinha de peixe é a representação gráfica (figura 1) que estrutura as informações sobre causas prováveis de um determinado problema. É utilizado para identificar os fatores que contribuem para um problema, um resultado e para analisar uma cadeia de processos. Seu uso possibilita a identificação das causas associadas a um resultado indesejado, após o ocorrido. Torna-se necessário uma análise de cada causa associada para confirmar sua contribuição na falha. Em alguns casos, um efeito indesejado pode ser originado de uma ou mais falhas em todas as ramificações, podendo-se dar peso para priorizar as ações corretivas e preventivas.

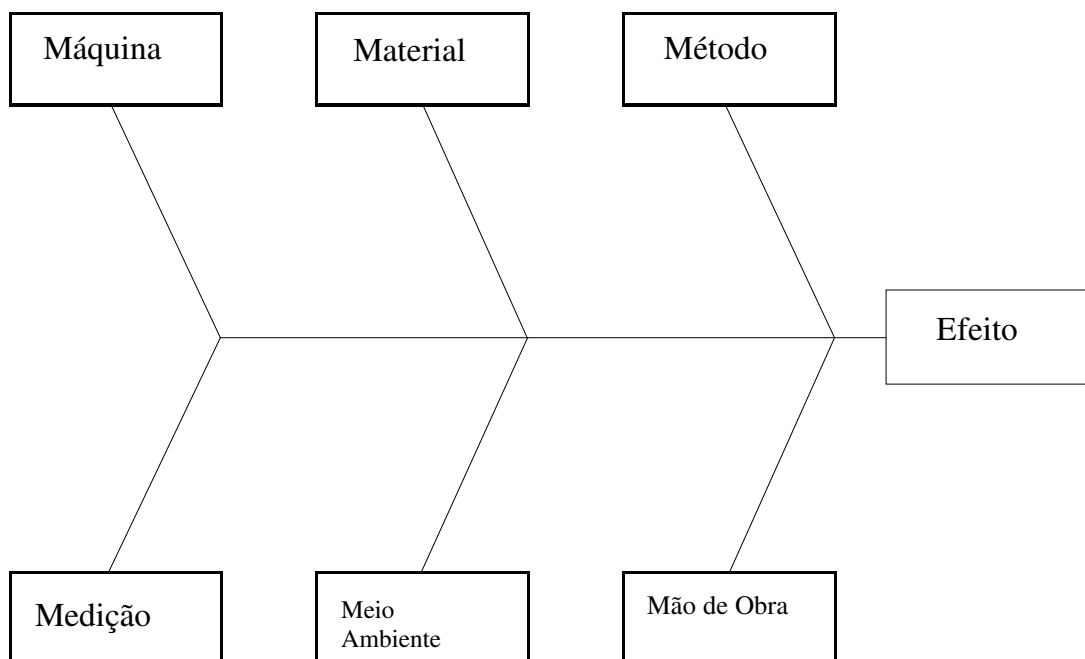


Figura 1: Diagrama de Causa e Efeito

## 1.4. MATRIZ GUT – GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA.

É um método de determinar prioridades para implantação de ações visando à solução de um problema ou execução de um projeto, utilizando-se uma escala, usualmente de um a cinco, para os critérios Gravidade, Urgência e Tendência (ver tabela 1). A aplicação da matriz visa priorizar um conjunto de itens, selecionados no brainstorming, a partir de uma média aritmética simples ou ponderada dos itens considerados. Os critérios descritos na figura levam

em consideração o ambiente produtivo do artigo em questão. Esses critérios podem variar de acordo com o sistema a ser aplicado.

Tabela 1: critério de tomada de decisão GUT

PESO	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
5	NAO ATENDIMENTO AO CLIENTE	AÇÃO IMEDIATA	AGRAVAR RAPIDAMENTE
4	PERDA DE FATURAMENTO	AÇÃO RÁPIDA	AUMENTAR
3	AUMENTO DE CUSTO	KAIZEN	ESTABILIZAR
2	PERDA PONTUAL	AJUSTE	DIMINUIR
1	PERDAS LEVES	ACOMPANHAR	ACOMODAR

### 1.5. PLANO DE AÇÃO 5W2H

O plano de ação 5W2H (ver tabela 2) permite especificar de maneira clara e objetiva cada ação, levando-se em consideração o que (What) será feito, quando (When), onde (Where), por que (Why), por quem (Who), como (How) e quanto (How much).

Tabela 2: plano de ação 5W2H

ACTION PLAN PLANO DE AÇÃO						
WHAT O QUE	HOW COMO	WHERE ONDE	WHY POR QUE	WHO POR QUEM	WHEN QUANDO	HOW MUCH QUANTO \$
EVITAR QUEBRA DE FERRAMENTA	VERIFICAR PRESET	TORNO B	EVITA COLISAO	JOAO	PROXIMO LOTE	R\$ -
EVITAR PEÇA REFUGADA	VERIFICAR PRESET	TORNO B	EVITA DANO NA PEÇA	JOÃO	PRÓXIMO LOTE	R\$ -
INFORMAR OUTROS OPERADORES	REUNIÃO	SALA TREINAMENTO	DISSEMINAR CONHECIMENTO	JOSÉ	1/1/2001	R\$ -

### 1.6. MATRIZ DE IMPORTÂNCIA E URGÊNCIA

A matriz de importância e urgência relacionam as atividades que surgem no dia-a-dia e permite priorizar os esforços onde realmente importa. É uma ferramenta de gestão que divide claramente o que é estratégico, prático e desperdício de cada atividade na rotina administrativa. A figura 2 ilustra a lógica da tomada de decisão.

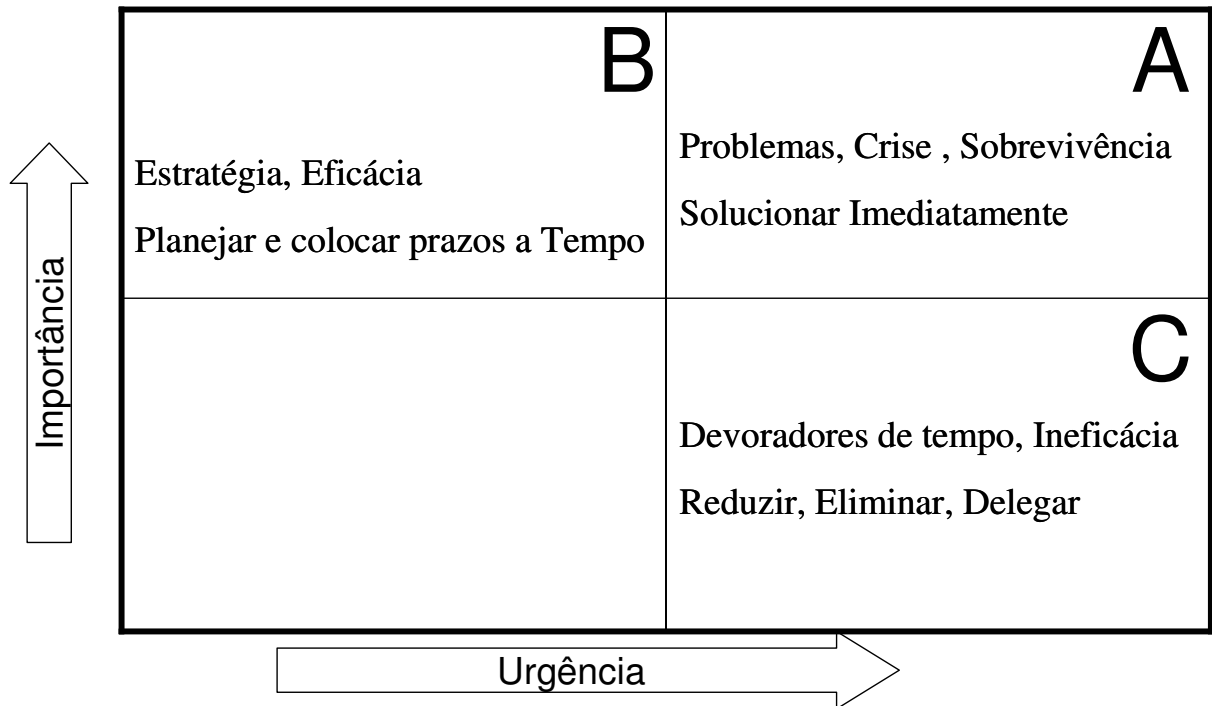


Figura 2: Matriz de relacionamento - Importância e Urgente

### 1.7. PARETO

O princípio de Pareto (ver figura 3) diz-nos que a maioria dos efeitos está relacionada com um número reduzido de causas. Em termos práticos, podemos dizer que 80% dos problemas são causados por 20% das causas (máquinas, materiais, pessoas, métodos, etc.).

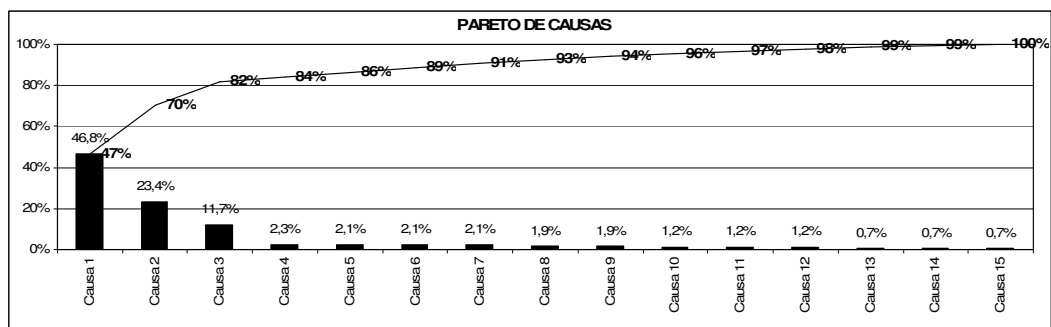


Figura 3: Gráfico Pareto.

## 2. METODO APLICADO

Este projeto iniciou-se em novembro de 2006, onde a estratégia foi desenvolvida em reuniões de gestão da qualidade promovida pela Gerencia de Produção e Qualidade junto com o comitê diretivo da empresa prestadora de serviços no setor aeronáutico. Formou-se um grupo de cinco a seis pessoas com objetivo de revisar a base de dados existente de refugo e retrabalho, além de outros indicadores corporativos. A revisão da base de dados da qualidade serviu para detectar algumas falhas, como por exemplo, a não contemplação de outros clientes da empresa no indicador de qualidade. Até aquele momento, a base de dados da empresa era enviada pelo principal cliente, onde se referia apenas a seus produtos. A empresa não dispunha de base de dados própria, a qual teria de considerar todos os clientes da organização.

Havia uma dependência do know-how de criação e manejo por parte da empresa perante seu cliente.

A base de dados foi refeita e desta vez, considerando todos os clientes, seus produtos e problemas a partir de então. O próximo passo foi de extrair relatórios gerenciais de qualidade, onde aplicamos a metodologia de Pareto, onde se detectou que 80% das causas de refugo se concentravam em erros operacionais e de processo. Uma vez feito o diagnóstico da situação atual, foi elaborado um plano de ação setorial referente problemas existentes na organização e determinar as prioridades, visando implantar ações para a solução dos mesmos.

A dinâmica empregada possibilitou estabelecer que o RD junto da equipe do Controle da Qualidade e do Comitê Diretivo atuasse de forma integrada no projeto de Melhoria da Qualidade Total e que cada gestor de área fosse o responsável pelas ações de seus respectivos departamentos e processos. Foram estabelecidos os seguintes indicadores de desempenho com o foco na qualidade;

- Refugo interno usinagem;
- Refugo interno montagem;
- Refugo interno chapa;
- Refugo de fornecedores;
- Quebra de ferramentas;
- Causas de Não conformidade;
- Número de Produto Não Conforme

O grupo de qualidade passou a se reunir três vezes por semana, para analisar as causas de refugo ocorrido durante a semana. Esse grupo técnico era composto por membros da equipe da produção, controle da qualidade, processos e manutenção. Foi utilizado o diagrama de Ishikawa, plano de ação e o PDCA para delinear as ações e sua eficácia.

O início das análises de problemas é originado de um fluxo de informações e ações que estabelecem as relações das ações para a solução do problema. O fluxo é definido como;

- Abertura de relatório de não conformidade do produto: devem-se preencher todos os campos necessários para facilitar a análise. Algumas informações são: código do produto, operador, turno, falha, causa provável, quantidade, entre outras informações que se julgarem importantes.
- Convocação de reunião de análise e solução de problemas envolvendo departamentos da produção, qualidade e processo. Em alguns casos, a manutenção é convidada a participar.
- Análise da Causa e Efeito utilizando gráfico Ishikawa.
- Determinação da(s) causa(s) prováveis passando pelos elementos: máquina, método, material, medição, meio ambiente e por último, mão de obra. O fator mão de obra foi deliberadamente deixado por último para forçar a análise pelos outros elementos do processo.
- Levantamento de evidências objetivas das falhas para eleger ou eliminar causas identificadas na análise.
- Definição do plano de ação para eliminação da causa raiz, onde consta atividade, responsável, prazo e desenvolvimento.

- Reuniões de acompanhamento das ações
- Definição para verificação da eficácia das ações
- Verificação da eficácia
- Validação da eficácia ou rodar novamente o PDCA para revisar ações.

Dessa forma, procura-se fechar o ciclo da falha, onde a eficácia será a medida do sucesso das ações.

### 2.1. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO

Segundo LIMA (1995), os fatores críticos de sucesso são diretamente ligados ao êxito da empresa. Ainda LIMA (1995) cita que "são aquelas poucas coisas (atividades) que precisam ser bem feitas para atingirmos nossos objetivos". LIMA (1995) lista alguns fatores de sucesso de instituições que melhoraram drasticamente sua qualidade:

- Compreensão global da visão, dos valores e estratégias, compartilhados por toda a organização;
- Comprometimento da alta administração e das gerências com o programa de qualidade;
- Existência dos "campeões de causa";
- Alinhamento dos sistemas de gerência;
- Aplicação dos métodos de melhoria da qualidade aos processos gerenciais e operacionais, atendendo às necessidades dos clientes internos e externos;
- Conceder tempo suficiente para as propostas de solução;
- Os projetos arriscam-se mais quando caminham apressadamente do que quando vão lentamente;
- Projetos focados;
- As mudanças devem estar estreitamente ligadas à obtenção dos resultados;
- Treinamento de todos os membros da hierarquia nos modernos processos de gestão da qualidade;
- Oportunidade de participação ativa de toda a força de trabalho;
- Tratar todas as pessoas com dignidade;

Uma das mais fortes lições nas mudanças é que as pessoas pretendem reparar o sistema e não culpar pessoas.

### 2.3. CHOQUE DE CULTURAS

A empresa onde foi implantado este projeto tem no corpo gerencial profissional proveniente do setor aeronáutico, autopeças e energia. Essa diferença de áreas de atuação fez com que os procedimentos para execução das atividades sofressem uma demora maior, devido a aplicações, ou atuações em análise e solução de problemas realizados de forma diferente por cada membro em suas experiências. Houve a necessidade de manter a uma postura e atitude pro ativa devido à formação em um determinado período do projeto, de uma nova identidade corporativa. Houve troca de experiências, metodologias, casos de sucesso e de fracasso que ao final fortaleceu o sistema como um todo. É certo dizer que em determinadas fases, teve-se que

redesenhar alguns processos de modo a garantir sua funcionalidade, entendimento e eficiência das equipes de análise de problemas.

#### 2.4. ABORDAGEM DA NORMA NBR ISO 9001:2000 E NBR 1510:2002

A empresa deste estudo é certificada pelas normas NBR ISO 9001:2000 – Sistema da e NBR 15100:2002 – Sistema da qualidade – Aeroespacial – Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. A norma NBR ISO 9001:2000 no item 0.2 cita “que para uma organização funcionar de maneira eficaz, ela tem que identificar e gerir numerosas atividades interligadas”. A norma NBR 15100:2002 enfatiza no item 0.2; c; obtenção de resultados de desempenho e eficácia de processo e no item d; melhoria contínua de processos baseada em medições objetivas. Ambas as normas incentivam e enfatizam, conforme citação da norma NBR ISO 9000:2000 a adoção de uma abordagem de processos para o desenvolvimento, implantação e melhoria da eficácia de um sistema de gestão da qualidade para aumentar a satisfação do cliente por meio do atendimento destas. (NBR ISO 9001:2000).

Portanto, a habilidade técnica e gerencial para eliminação de perdas é fundamental para o sistema de qualidade, rentabilidade e perpetuação dos negócios da organização.

### 3. CUSTOS DE QUALIDADE

Outro ponto a destacar quanto à eliminação de desperdício é proporcionar o aumento da rentabilidade da operação reduzindo os gastos referentes às perdas. De acordo com PÓVOA (2007) quando a qualidade de um produto é elevada os possíveis custos a ela associados (garantia de qualidade) são normalmente compensados pelos lucros obtidos. Perda de qualidade pode aparentemente refletir uma diminuição de custos de produção a qual é fictícia, pois se traduz freqüentemente em falhas internas ou externas ao processo produtivo que resultam, posteriormente, num maior investimento quer na reciclagem de produtos, perdas de produtos (sucata), ou ainda numa perda de imagem de marca.

Os custos de qualidade podem ser identificados dentro de quatro grandes categorias - custos de prevenção, custos de avaliação, custos de falha interna e finalmente custos de falha externa.

#### 3.1. CUSTOS DE PREVENÇÃO

O sistema de controle de qualidade no setor de prestação de serviços da organização deste caso atua predominantemente em detecção, deixando de atuar fortemente na prevenção de erros no processo. Ao alocar todos os recursos da qualidade, recursos estes humanos e materiais no final do processo, enfraquece a cultura de prevenção. Como consequência, o processo torna-se pouco defensivo ao se deparar com falhas operacionais. Segundo PÓVOA (2007), esses custos estão associados à prevenção de "defeitos" e são diretamente proporcionais ao aumento de qualidade, uma vez que uma melhoria de qualidade implica um consumo de tempo, esforço e dinheiro. Como custos de prevenção têm-se os custos de desenvolvimento do processo e produto, custos de formação de mão-de-obra bem como custos de apoio suplementar.

#### 3.2. CUSTOS DE AVALIAÇÃO

PÓVOA (2007) cita que uma avaliação da qualidade tem como objetivo principal a identificação de problemas ao longo do processo produtivo. Assim, custos de avaliação refletem a necessidade de avaliar o nível de qualidade ao longo do processo produtivo (manufatura de serviços) e diminuem à medida que a qualidade aumenta (nível e consistência do produto). Qualidade elevada reflete-se numa menor necessidade de inspeções.

Como custos de avaliação podem-se classificar todos os custos associados a auditorias de qualidade, inspeção e controlo estatístico. Finalmente, um aumento na prevenção traduz-se numa redução dos custos de avaliação havendo neste caso uma menor necessidade de recursos em nível de inspeção - menos inspeções a fazer.

### **3.3. CUSTOS DE FALHAS INTERNAS**

Ainda PÓVOA (2007), custos devidos a falhas de produto identificadas ao longo do processo são denominados como custos de falhas internas. Estes englobam os custos associados a perdas de produção (produto irrecuperável - sucata) bem como os custos incorridos no retrabalho do produto (operações auxiliares de tratamento ou reciclagem do produto). À medida que a qualidade de um bem ou serviço aumenta os custos de falhas internas diminuem, pois uma garantia de qualidade reduz a possibilidade de ocorrência de falhas.

## **4. RESULTADOS ESPERADOS**

Acreditamos que as ferramentas empregadas, equipe motivada e qualificada, apoio da alta administração, esforços integrados e visão compartilhada dos objetivos estratégicos, aumentarão a produtividade através da diminuição das perdas em refugo e retrabalho.

A aplicação cotidiana do Diagrama de Causa e Efeito se tornará uma ferramenta poderosa para melhorar a capacidade das equipes e identificar causas de não conformidades. Essa habilidade de análise empregando método científico melhora a percepção das pessoas quanto a atos e processos falhos, possibilitando agregar valor de conhecimento em produtos que se encontram na fase de desenvolvimento, propiciando processos mais seguros.

Outro ponto que temos uma expectativa positiva é que uma vez analisado a causa, a amarração do Diagrama de Causa e Efeito com um plano de ação, melhora a capacidade de planejamento e execução da equipe, dando mais agilidade na implantação de ações mais consistentes e eficazes. Também esperamos melhorar o trabalho de equipe e inter-equipes, para contribuir com um melhor clima organizacional e profissional.

E por fim, a maior expectativa é de atingirmos uma taxa de qualidade equivalente a cinco sigmas até 2009, possibilitando um aumento da receita, diminuição de perdas e aumento significativo de satisfação dos clientes e acionistas.

## **5. CONCLUSÃO**

O Comitê diretivo da empresa promoveu uma mudança cultural em prol do desenvolvimento sustentável da organização, dando um passo importante para uma governança corporativa de alto desempenho. Compartilhou a visão, o planejamento estratégico, construiu com o board gerencial os objetivos que sustentaram o planejamento e negociou as metas departamentais com toda a empresa. De posse das informações, houve uma tratativa de comunicação eficiente onde todos puderam contribuir, sejam participando de reuniões técnicas, projetos de melhoria contínua (Kaizen), atividades ligadas à produtividade, eficiência e qualidade. Nos primeiros três meses de 2007 a empresa bateu consecutivamente o recorde de faturamento e lucro, aumentando também sua base de clientes.

Ainda há forte dependência da Embraer em relação a faturamento, na ordem de 80%, mas novas células de produção foram criadas com alto valor agregado em equipes de alto desempenho para obter receitas de novos clientes. Os resultados financeiros e de desempenhos atestam o compromisso de todos para promover a melhoria contínua da qualidade na organização.

## **6. REFERÊNCIAS**



ARAÚJO, A. P. U. Gestão do Programa de Qualidade e Produtividade do IFSC – São Carlos, Junho de 2006.

LIMA, M. B. B. P. B. Qualidade nos Serviços Públicos Hospitalares. Disponível em [http://www.hc.unicamp.br/ouvidoria/09\\_qualidade.pdf](http://www.hc.unicamp.br/ouvidoria/09_qualidade.pdf)> acesso em 7/5/2007.

PÓVOA, A. P. B. Apontamentos do Módulo de Gestão da Qualidade. Disponível em <http://alfa.ist.utl.pt/~saeg/ensino/GESTAO/GQ.pdf>>. Acesso em 3/5/2007.

Norma NBR ISO 9000:2000 – ABNT/CB-25 – Comitê Brasileiro da Qualidade. Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos.

Norma NBR 15100:2002 – ABNT/CB-08 – Comitê Brasileiro de Aeronáutica e Espaço. Sistema da qualidade – Aeroespacial – Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados.