

FERNANDO FIGUEIRA DE MELLO

MARCELO COMPARINI MORETTI

RODRIGO CAMPOS DO NASCIMENTO

CONCEITUAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE  
ABORDAGEM DE PROCESSO PARA MELHORIAS DE DESEMPENHO

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do certificado de Especialista  
em Engenharia da Qualidade - MBA / USP

São Paulo

2003

**FERNANDO FIGUEIRA DE MELLO**

**MARCELO COMPARINI MORETTI**

**RODRIGO CAMPOS DO NASCIMENTO**

**CONCEITUAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE  
ABORDAGEM DE PROCESSO PARA MELHORIAS DE DESEMPENHO**

**Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do certificado de Especialista  
em Engenharia da Qualidade - MBA / USP**

**Orientador:**

**Prof.: Adherbal Caminada Netto**

**São Paulo**

**2003**

*A Deus, minha família e Si,*

*Rodrigo*

*À minha esposa, filhos e meus pais,*

*Marcelo*

*À minha família e amigos,*

*Fernando*

## AGRADECIMENTOS

Aos que fazem dos cursos do PECE uma fonte robusta de conhecimento: Professores e demais funcionários, em particular ao Professor e Mestre Adherbal pela sua orientação e conhecimento dispensado a nós durante suas aulas.

Agradecemos ao Engenheiro Guilherme Gomes Brondi (Embraer) que nos direcionou para atividades relacionadas a este assunto e para não sermos injustos, agradecemos a todas as pessoas da Embraer que contribuíram com informações de diversas fontes para a elaboração deste trabalho.

Aos colegas e amigos que direta ou indiretamente contribuíram com informações e sugestões, dispensando tempo e dedicação para nos apoiar neste trabalho e mesmo àqueles que se dispuseram a colaborar, ainda que sua ajuda não tenha sido necessária.

Agradecemos especialmente ao Gerente Geral da Regional São Paulo-Sul dos Serviços Compartilhados da Petrobras, Joaquim Pedro Mello da Silva, que viabilizou a participação do Marcelo neste curso.

Aos colaboradores da Movelart, principalmente da área operacional, que contribuíram com as informações importantes e necessárias para atingir o nosso objetivo.

## RESUMO

Entender o significado de “abordagem de processo” pode ser difícil em uma cultura onde as organizações são fortemente estruturadas por departamentos que não conversam entre si, apesar de fazerem parte do mesmo processo produtivo.

Este trabalho tem como principal objetivo facilitar o entendimento desta “nova” maneira de pensar a organização e ajudar a demonstrar o valor agregado ao se aplicar este conceito, que proporciona melhorias no desempenho dos processos da organização.

Organizações que não trabalham com foco em processos tendem a ser pouco eficientes (resultados gerados tardiamente), pouco eficazes (não atendimento de resultados planejados) e ter elevados custos operacionais, pois não enxergando o todo de forma estruturada e inter-relacionada, redundâncias ocorrem.

Desenvolvemos uma metodologia para a aplicação desta abordagem de processos que procura facilitar a identificação dos processos e a inter-relação dos mesmos com os demais processos e clientes, sejam eles internos e/ou externos. Procuramos também demonstrar que nem sempre é necessária a elaboração de fluxogramas de processos para tais finalidades, pois existem outras ferramentas, apresentadas neste trabalho, que são tão eficazes e mais eficientes para objetivos similares (SIPOC).

O trabalho procura de forma discreta, demonstrar que, conceitos apresentados em metodologias já consagradas, como por exemplo o *TQC- Total Quality Control* e *Six Sigma* podem ser utilizados para a finalidade proposta.

Utilizamos uma forma simplificada dos métodos estatísticos ANOVA (Análise de Variância) e Teste de Hipóteses para medição da eficácia dos processos, o que permite análise científica dos resultados alcançados com a utilização do método proposto.

O trabalho apresenta três casos reais de implementação desta metodologia em organizações de bens e serviços: aeronáutica (Embraer), petróleo (Petrobras) e de comercialização de móveis (Movelart).

## ABSTRACT

Understand the meaning of “process approach” may be difficult in a culture of organizations strongly structured in departments, where there is no communication between them, although they belong to the same productive process.

The main objective of this work is to facilitate the understanding of this new way to think about the organization and to help to demonstrate the value in applying this concept that increases the performance of the organization processes.

Organizations that do not have focus in the processes tend to have poor efficiency (results are obtained lately), poor effectiveness (don't achieve planned results) and high operational costs. Once that is not an overview of the processes and their interactions, redundancies occur.

We developed a methodology for the application of process approach that tries to facilitate the identification of these processes and their interrelations with others processes and internal or external clients. We also try to demonstrate that is not so necessary to prepare flowcharts of the processes since there are other tools as effective as flowcharts and more efficient for similar objectives (SIPOC – Supplier-Input-Process-Output-Customer).

The work tries to demonstrate that concepts of consecrated methodologies like TQC - Total Quality Control and Six Sigma may be used for the proposed finality.

A simplified form of the statistical methods ANOVA - Analysis of Variance and Test of Hypothesis is proposed to verify the effectiveness in applying the methodology, which allows a scientific analysis of the results.

Three real cases of implementing the proposed methodologies in organizations of goods and services are showed: aircraft (Embraer), petroleum (Petrobras) and furniture commerce (Movelart).

## RÉSUMÉ

Comprendre la signification de "abordage de processus" peut être difficile pour une culture où les organisations sont fortement structurées par services qui ne se parlent pas même s'ils font partie du même processus productif.

Le principal objectif de ce travail est celui de faciliter la compréhension de cette "nouvelle" manière de penser l'organisation de l'entreprise et d'aider à démontrer la valeur ajoutée quand on applique ce concept que finit par produire des améliorations de performance générale des processus de l'entreprise.

Les entreprises qui ne travaillent pas avec le foyer sur les processus ont la tendance d'être peu efficaces (résultats générés en retard), peu efficaces (les résultats planifiés ne sont pas atteints) et avec des coûts opérationnels élevés car en ne pas voyant le tout de façon structurée et les interfaces, des redondances peuvent se produire.

Nous avons développé une méthodologie pour l'application de cette approche de processus que cherche de faciliter l'identification des processus et leurs interfaces avec les autres processus et avec les clients internes et/ou externes. Nous avons aussi cherché de démontrer qu'il n'est pas nécessaire l'élaboration de fluxogrammes de processus car il existe d'autres outils, présentés dans ce travail, qui sont si efficaces et plus efficaces pour d'objectifs similaires (SIPOC).

Le travail cherche démontrer que, les concepts présentés dans des méthodologies consacrées, comme par exemple le TQC – Total Quality Control et le Six Sigma peuvent être utilisées pour la finalité proposée.

Nous avons utilisé une façon simplifiée de la méthode statistique ANOVA – *Analysis of Variance* et Test d'Hypothèses pour la mesure de l'efficacité des processus, ce qui permet l'analyse scientifique des résultats atteints avec l'utilisation de la méthode proposée.

Ce travail présente trois situations réelles de mise en place de cette méthodologie, dans des entreprises de biens et de services : Aéronautique (Embraer), Pétrole (Petrobras) et de commercialisation de meubles (Movelart).

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS

RESUMO

ABSTRACT

RÉSUMÉ

1- INTRODUÇÃO	1
1.1- Análises relacionadas à conceitos diversos de abordagem de processo	1
1.2- O que se observa no mercado	4
2- UMA METODOLOGIA PARA GERIR A EMPRESA POR PROCESSOS	6
2.1- Identificação dos processos	6
2.1.1- Cadeia de Valor	8
2.1.2- Identificação dos processos por departamentos da organização	8
2.2- Identificação das entradas e saídas dos processos	9
2.3- Definição do "Critical to Quality"	11
2.4- Definição dos indicadores de desempenho (Itens de Controle)	13
2.5- Formalização e treinamento	13
2.6- Rodando o "D", "C" e "A"	14
3- UM MÉTODO PARA MELHOR MEDIR OS RESULTADOS DECORRENTES DAS MELHORIAS REALIZADAS NOS PROCESSOS	15
3.1- Delineamento de Experimentos – Método da Análise de Variância	15

3.2- Método de Teste de Hipóteses	19
4- CASOS REAIS: Embraer, Petrobras e Movelart	21
4.1- Análise Crítica – Cenário Inicial	21
4.2- Embraer	23
4.3- Petrobras	35
4.4- Movelart	41
5- CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	47

## ANEXOS

Anexo 1 – Identificação dos processos

Anexo 2 – Cadeias de Valor Embraer

Anexo 3 – SIPOC

Anexo 4 – Plano de Ação

Anexo 5 – Indicadores de desempenho – Planejamento

Anexo 6 – Tabela F de Snedecor

Anexo 7 – Tabela t de Student

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Abordagem de processo

Figura 2 – Resumo da metodologia proposta

Figura 3 – Ganho de eficiência

Figura 4 – Analogia entre sub-processos e processos

Figura 5 – Fornecedores e clientes internos

Figura 6 – Processo

Figura 7 – Variância

Figura 8 – Ilustração do conceito de organização “ameba”

Figura 9 – ERJ-170

Figura 10 – EMB-145 AEW&C

Figura 11 – Legacy

Figura 12 – Fases da realização do produto

Figura 13 – Fluxo do processo de manufatura

Figura 14 – Organograma da organização qualidade

**Figura 15 – Representação dos processos relacionados às cadeias de valor**

**Figura 16 – Lançamento dos resultados**

**Figura 17 – Ganhos em US\$ após ações implementadas**

**Figura 18 – Entrada e saída do processo**

**Figura 19 – Organograma Movelart**

**Figura 20 – Exemplo de estofados**

**Figura 21 – Exemplo de produtos em madeira**

**Figura 22 – Fluxo do processo**

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Resultados de medições- demonstração teórica

Tabela 2 – ANOVA- demonstração teórica

Tabela 3 – Resumo dos dados coletados caso Embraer

Tabela 4 – ANOVA caso Embraer

Tabela 5 – Teste de Hipóteses caso Embraer

Tabela 6 - Resumo dos dados coletados caso Petrobras

Tabela 7 – ANOVA caso Petrobras- compras licitadas

Tabela 8 - Teste de Hipóteses caso Petrobras- compras licitadas

Tabela 9 – ANOVA caso Petrobras- compras não licitadas

Tabela 10 – Teste de Hipóteses caso Petrobras- compras não licitadas

Tabela 11 - Resumo dos dados coletados caso Movelart

Tabela 12 - ANOVA caso Movelart

Tabela 13 – Teste de Hipóteses caso Movelart

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

TQC	- Total Quality Control
TQM	- Total Quality Management
SIPOC	- Supplier – Input – Process – Output – Customer
CTQ	- Critical to Quality
ANOVA	- Analysis of Variance
$H_0$	- Hipótese nula
$H_1$	- Hipótese
$\mu$	- Média de uma medida da população
$\bar{X}$	- Média de uma medida da amostra
$S^2$	- Variância de uma amostra
$\Phi$	- Grau de liberdade calculado a partir de uma amostra
$t_{calc}$	- Valor de t de Student encontrado por cálculos a partir de uma amostra
$t_{\alpha/2}$	- Valor de t de Student encontrado na tabela t-Student
$F_{calc}$	- Valor de F de Snedecor encontrado por cálculo à partir de uma amostra
$F_{crit}$	- Valor de F de Snedecor encontrado na tabela F-Snedecor

## 1- INTRODUÇÃO

**1.1 Análises relacionadas à conceitos diversos de abordagem de processo**  
Entender o significado de “abordagem de processo” pode ser difícil para nossa cultura, acostumada a ver organizações fortemente estruturadas por departamentos, ou seja, “caixinhas”, que não se comunicam e que, no entanto, fazem parte do mesmo processo produtivo e existem para o atendimento de objetivos relacionados, que envolvem a satisfação dos clientes e partes interessadas.

A grande maioria das organizações é organizada por departamentos que realizam atividades afins. Esses departamentos são definidos por atividades importantes que toda organização necessita realizar: desenvolvimento do produto, produção, manutenção, compras, financeiro, seleção e treinamento, comercial, etc.

Normalmente, estes departamentos são independentes e têm sua própria hierarquia interna e modo de trabalhar, definido pelos dirigentes ou pela cultura da organização.

Porém, muitas atividades realizadas internamente em um departamento não são realmente independentes, mas fazem parte de um processo maior. Segundo o conjunto de normas da série ISO 9000 (2000), a abordagem de processos visa entender a organização como processo maior, que inclui atividades realizadas em diferentes departamentos.

A abordagem de processo das organizações já é conhecida há bastante tempo, e foi estudada com mais profundidade no desenvolvimento do TQC – "Total Quality Control", ou, em português, Controle Total da Qualidade, onde um departamento é fornecedor do próximo departamento no fluxo de produção e trata o cliente interno como um cliente externo, isto é, definindo requisitos da qualidade, recebendo avaliação dos clientes e controlando seus processos para atender os requisitos dos clientes.

De forma esquemática, a abordagem de processo pode ser apresentada como na Figura 1.

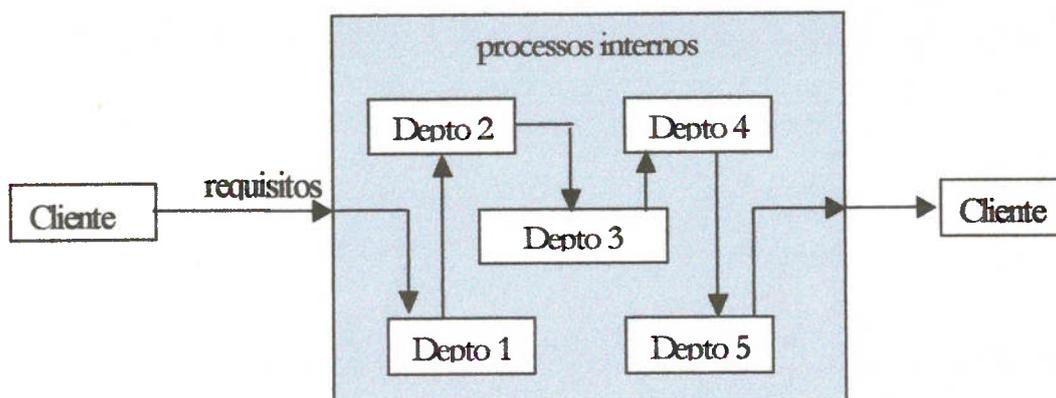


Figura 1- Abordagem de Processo

Fonte: Merli (1993)

No início da década de 80, a partir do movimento da Qualidade, o termo processo começou a ser largamente difundido.

Harrington (1991) afirma que “a maioria das atividades repetitivas ( tanto dos funcionários administrativos, bem como dos operadores de produção ) podem ser consideradas como um processo e controlada do mesmo modo que os processos de fabricação são controlados”.

Harrington (1991) denota também uma insatisfação quanto ao modo puramente departamental das organizações se organizarem ao mencionar que: “a maioria das atividades de trabalho de uma organização não flui verticalmente, elas fluem horizontalmente”. Conforme estas considerações, a organização por processos pode ser a solução.

Juran (1988) comenta que “... grande parte da literatura sobre qualidade usa a palavra “processo” aplicada a processos de produção”, propõe então uma definição mais genérica, podendo ser aplicada para processos fabris ou não: “um processo é uma série sistemática de ações direcionadas para a consecução de uma meta”.

Merli (1993) expõe que o TQM (*Total Quality Management*) é composto por várias dimensões, sendo uma delas o *process management* ou gestão por processos. “...as empresas devem ser gerenciadas por processos e não por funções departamentais, e que os objetivos de melhoria devem ser definidos com relação aos processos e não às funções”.

Davenport (1993), um representante da abordagem classificada como

Reengenharia de Processos, expõe a necessidade de priorizar o fluxo horizontal das atividades em processos considerados chaves visando a redução de custos, a redução de ciclos de entrega, de produção, entre outros objetivos estratégicos através do uso da tecnologia da informação.

Johansson (1993) conceitua a Reengenharia de Processos como: "...um meio como as organizações podem atingir mudanças em medidores de desempenho como custos, tempo de ciclo, servicibilidade e qualidade, através da aplicação de uma série de processos de negócios chaves voltados para os clientes finais, ao invés de departamentos funcionais".

Garvin (1995) argumenta que "quando é dito que o TQM e a Reengenharia têm limitações, isto não significa que sejam metodologias ruins. (...) antes dos gerentes partirem para soluções radicais, estes devem avaliar estrategicamente quais são os reais problemas nos resultados dos negócios, e partir daí, verifiquem se vale a pena, ou não, serem tomadas medidas drásticas, o que corresponde a refazer alguns processos, a partir do zero, ou serem estes simplesmente otimizados".

Zarifian (1995) propõe o Modelo da Competência e Organização Qualificante, que traz como ponto chave a concepção de organizações flexíveis baseadas na reatividade, ou seja, a flexibilidade de curto prazo, bem como a evolutividade, flexibilidade de médio e longo prazo, que se utilizam da autonomia e da competência dos indivíduos e das equipes para que as organizações atinjam competitividade.

A maior parte das tentativas de mudanças organizacionais, mesmo que privilegiem alguns princípios sócio-técnicos e a gestão dos fluxos ao invés dos postos de trabalho, podem significar uma "retaylorização", o que acarretaria uma transferência de atividades dos gerentes para os trabalhadores, portanto uma agregação parcial de responsabilidade da operação. Tais modelos com base na "retaylorização" são insuficientes para dar conta da complexidade e imprevisibilidade do atual ambiente competitivo.

A proposta de Zarifian (1995) do conceito de processo e sua gestão são assim defendidas:

"Uma cooperação de atividades distintas para a realização de um objetivo global,

orientado ao cliente final que lhes é comum. Um processo é repetido de maneira recorrente dentro da empresa, sendo que a um processo correspondem:

- Um desempenho, que formaliza o seu objetivo global (um nível de qualidade, um prazo de entrega, entre outros);
- Uma organização que materializa a estrutura transversal e a interdependência entre as atividades do processo;
- Uma co-responsabilidade dos atores nesta organização, com relação ao desempenho global;
- Uma responsabilidade local de cada grupo de atores ao nível de sua própria atividade”.

Segundo Michael Porter (1985), dar uma abordagem de processo a uma organização passa pela identificação da cadeia de valor, ou seja, pela identificação dos processos (conjunto de atividades) que agregam valor ao “negócio” da Organização. Define ainda o conceito de cadeia de valor como uma maneira de representar a organização como um conjunto de atividades desempenhadas para projetar, vender, entregar e dar suporte a seu produto.

Depois da identificação da cadeia de valor, é necessário promover as mudanças estruturais e culturais para que a organização opere valorizando os processos e não as estruturas.

### **1.2- O que se observa no mercado**

Consultorias especializadas no assunto manifestam algumas opiniões sobre a aplicação da abordagem de processo no mercado brasileiro:

- ⇒ No Brasil as organizações ainda enxergam o foco em processos como aquele relacionado a processos de produção e não processos de gestão de negócios;
- ⇒ As estruturas organizacionais ainda estão muito fundamentadas em hierarquias departamentais e os processos acabam ficando internalizados a esses departamentos;
- ⇒ Por mapear processos ainda entende-se um fluxograma de processo visando conhecer sua seqüência simplesmente para ter conhecimento sobre os mesmos. Não se entende mapeamento de processos como a identificação dos pontos fundamentais visando monitoramento, controle e melhoria. Em função

disso, não existe paciência por parte dos gestores em administrar os processos por partes que permitam oportunidades de melhoria mensuráveis;

- ⇒ Quanto a aspectos mensuráveis, a conexão entre o mapeamento de processos e os indicadores de desempenho é pobre. São considerados como indicadores, aqueles de cunho principalmente financeiro e comercial com foco em resultados;
- ⇒ Ainda não são percebidos pela organização os indicadores de desempenho atrelados aos pontos críticos dos processos que geram igualmente resultados mensuráveis;
- ⇒ A dificuldade das organizações tem sido a aplicação das estratégias de melhoria dos processos às estruturas organizacionais (só que uma não vive sem a outra). Fala-se muito em melhoria dos processos com poucas modificações estruturais o que limita em muito as melhorias, restringindo-as às melhorias pontuais, geralmente muito bem marqueteadas pelos gestores interessados em demonstrá-las.
- ⇒ Um dos fatores pouco lembrados na obtenção da melhoria dos processos é o desenvolvimento das competências que normalmente não estão envolvidas no planejamento de negócios.

Por outro lado, existem também bons exemplos de ganhos obtidos quando se aplicam os conceitos de abordagem de processos com seriedade e modificando a estrutura da organização. Em alguns casos realizados nas empresas brasileiras mostram alguns exemplos de mapeamento dos processos financeiros com otimização, principalmente dos processos de contas a pagar e receber, mostrando ganhos reais em relação à medição temporal de até 30%. A mesma margem se obtém quando processos produtivos são mapeados pela primeira vez onde existe a oportunidade de aplicação de conceitos como automação, metodologias a prova de erros e novas tecnologias. O foco em manutenção produtiva total é um dos grandes fatores que contribuem para a obtenção dessas margens.

## 2 UMA METODOLOGIA PARA GERIR A EMPRESA POR PROCESSOS

O fluxograma da figura 2 resume a metodologia proposta.

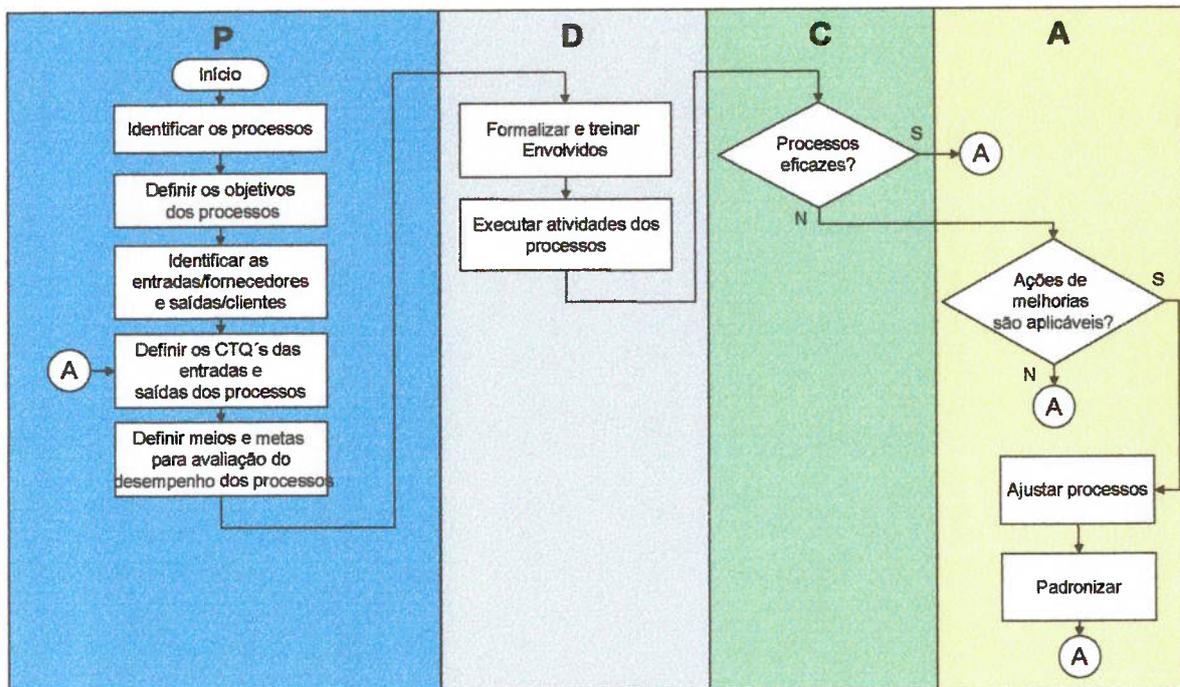


Figura 2 – Resumo da metodologia proposta

Fonte: Campos (1998)

### 2.1 Identificar os Processos

Mostrar como o trabalho passa por vários departamentos é importante; mas para que haja um modelo de gerência realmente poderoso, ele deve mostrar um benefício estratégico claro. Assim, fora a eliminação de algumas rixas e dificuldades burocráticas, como os processos transfuncionais podem ser usados para melhorar a competitividade e lucratividade dos negócios? A identificação dos processos (conjunto de atividades) que agregam valor ao “negócio” da Organização se faz extremamente necessária.

Existem dois métodos que consideramos adequados para a identificação dos processos essenciais de uma Organização:

- “*Top-down*” – Elaboração da Cadeia de Valor da Organização. Consiste em identificar as maneiras pelas quais criamos valor para os clientes e partes

interessadas. A seqüência de elaboração passa pela identificação das cadeias, macro-processos e processos relacionados a estas.

- “*Bottom-up*” – Identificação dos processos por departamentos da Organização.

A adoção das duas maneiras está relacionada ao tamanho da Organização. Organizações de grande porte precisam ganhar em eficiência no que tange à implantação da abordagem de processos para a melhoria do desempenho devem utilizar o método “*bottom-up*”. Já organizações de médio e pequeno porte podem adotar o método “*top-down*” para a identificação dos processos.

A figura 3 exemplifica o ganho de eficiência proposto pela adoção dos dois métodos.

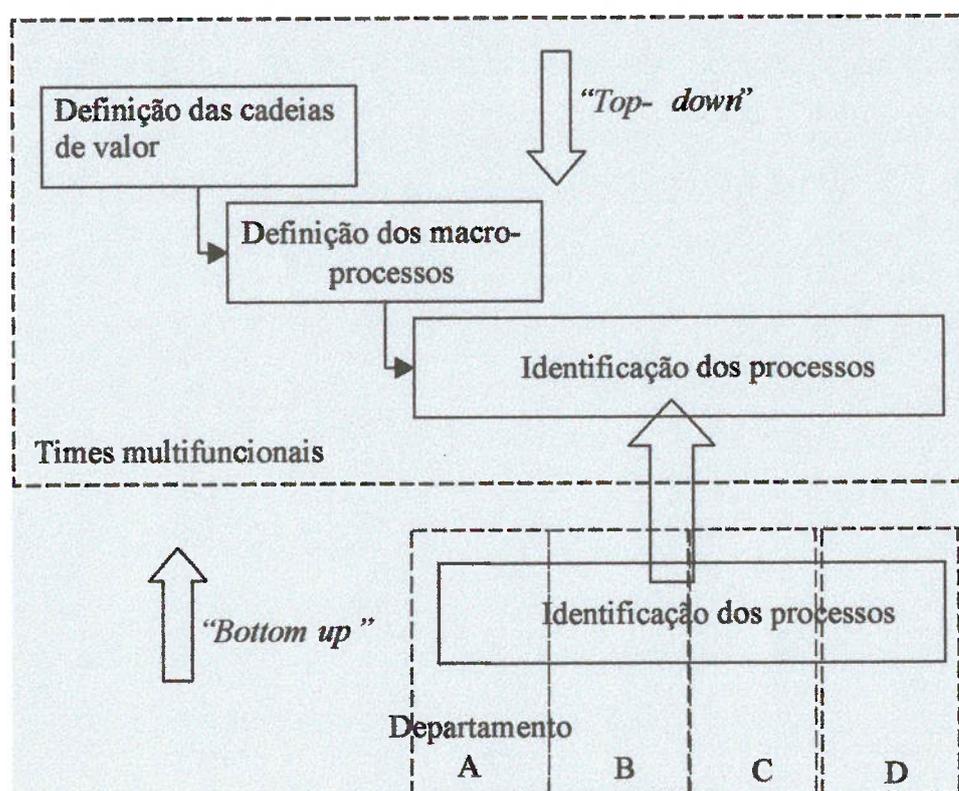


Figura 3 - Ganho de eficiência

Fonte: Porter (1985)

### **2.1.1 Cadeia de Valor (“Top-down”)**

A cadeia de valor segundo a definição de Michael Porter, da Universidade de Harvard, em seu livro *Competitive Advantage*, é uma maneira de representar a organização como um conjunto de atividades desempenhadas para projetar, vender, entregar e dar suporte a seu produto. Três dimensões do conceito de cadeia de valor trazem, a idéia de “processo central” ao foco:

- A cadeia de valor reforça a interconexão-chave entre as atividades de negócios e o sucesso corporativo. Cada função desempenha um papel (ou deveria desempenhar) na meta básica da organização: fornecer um valor singular ao seu mercado e clientes. Qualquer quebra ou ligação fraca na cadeia diminui o valor fornecido.
- Enquanto cada função contribui para valor, algumas têm papel “primário”, outras um secundário. As funções primárias estão envolvidas na criação física do produto e em sua venda e transferência ao comprador além da assistência pós-venda. Funções classificadas por Porter como “atividades de suporte” (papel secundário) incluem recursos humanos e finanças, por exemplo.
- Cadeias de valor são definidas no nível da unidade operacional de uma organização. Uma cadeia de valor que abranja toda a corporação, englobando várias unidades de negócios, seria de menor significado.

### **2.1.2 Identificação dos Processos por Departamentos da Organização (“Bottom-up”)**

Os processos de uma Organização são tradicionalmente executados por departamentos. Mas a organização departamental apresenta alguns problemas. Normalmente, os departamentos operam de maneira a maximizar seus objetivos, que não estão necessariamente alinhados com os objetivos da Organização. O trabalho torna-se mais lento e os planos são alterados à medida que passam de um departamento para o outro. Por esse motivo, cada departamento precisa identificar os seus processos, o que, mesmo que feito

individualmente, permite a identificação dos negócios de cada departamento, facilitando a discussão com outros departamentos.

Algumas perguntas facilitam a identificação do processo:

- “Executo um conjunto de atividades que resultam em um ou mais produtos que representam o *negócio* do meu departamento?”
- “Estas atividades são constantes, ou seja, fazem parte do meu dia-a-dia, não sendo caracterizadas como *temporárias*?”

Um processo pode ser composto por sub-processos. Isto é mais bem explicado fazendo-se uma analogia entre sub-processo e processos e o conceito de causa e efeito respectivamente, conforme figura 4.

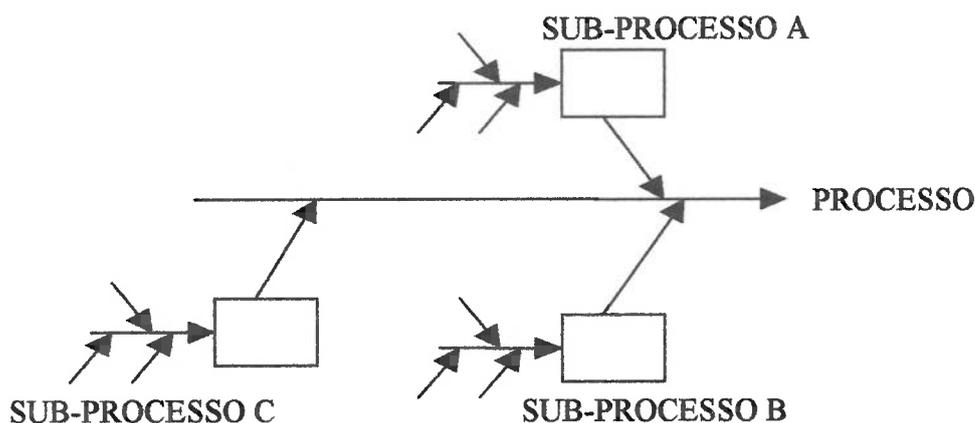


Figura 4 - Analogia entre sub-processos e processo

Fonte: Campos (1999)

## 2.2 Identificação das Entradas e Saídas dos Processos

Para a Organização maximizar seu desempenho, ela não só precisa identificar os processos que contribuem para a satisfação dos seus clientes e partes interessadas, mas também precisa entender a inter-relação entre os mesmos.

A relação fornecedor-cliente está presente entre os processos de uma Organização, caracterizando o conceito de fornecedores e clientes internos conforme mostra a figura 5.

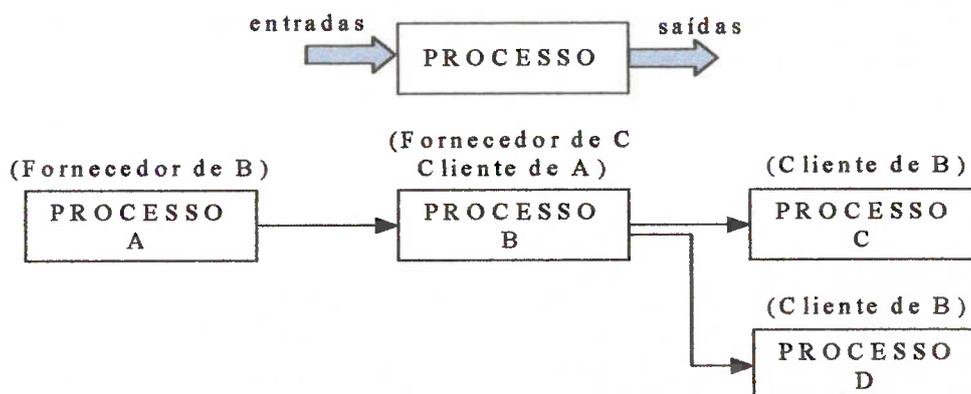


Figura 5 - Fornecedores e clientes internos

Fonte: Campos (1998)

Uma metodologia bastante eficaz para a identificação de fornecedores, entradas, saídas e clientes é denominada *SIPOC* (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*).

Algumas perguntas facilitam a elaboração do *SIPOC*:

- Descrever o processo sucintamente e identificar/estabelecer seus objetivos;
- Identificar as saídas do processo "Output" e seus clientes "Customer". Uma saída pode ter um ou mais clientes. As saídas são os produtos do processo. Os clientes podem ser uma entidade, autoridade, processos da Organização ou até mesmo do próprio Departamento.

As saídas devem ser coerentes com os objetivos do processo.

- Identificar as entradas necessárias do processo "Input" e quem fornece as entradas "Supplier". Entradas podem ser: informações (procedimentos de apoio, banco de dados, análises, formulários preenchidos, etc), produtos semi-acabados, etc.

É importante observar que uma entrada pode resultar em mais de uma saída e vice-versa, por isso, não existe uma relação visual direta da representação entre as entradas e saídas.

A elaboração do *SIPOC* promove a discussão sobre o processo em questão, resultando na identificação de algumas ações que permitirão o robustecimento do mesmo e por consequência, do seu desempenho. As perguntas a seguir ajudam no processo de identificação de oportunidades de melhorias:

- “As entradas necessárias para que executemos as atividades do processo estão adequadas?”;
- “Os fornecedores identificados sabem da importância destas entradas para o processo em questão?”;
- Existem clientes para alguns dos produtos do processo?
- Os clientes identificam as saídas do processo como sendo suas entradas (dos clientes)? Ele (o cliente) quer este produto (saída)? A Organização entende como importante este produto para o cliente?

A elaboração de um plano de ação com: o que, como, quem, quando e porque pode ser feito para o registro e cumprimento das correções e melhorias observadas.

É importante, após esta análise individual dos processos, a geração de uma visibilidade geral da inter-relação dos processos relacionados ao departamento para a promoção de mais discussões focadas nos ajustes e melhorias dos processos e a posterior revisão do plano de ação. A visão integrada dos processos também permite a priorização de ações e identificação de pontos de maior relevância para a melhoria.

Durante esta discussão conjunta com responsáveis pelos demais processos, novas oportunidades são estabelecidas em consenso. Pode ocorrer, durante esta análise conjunta da inter-relação dos processos, a descoberta que, muitos dos processos possuem objetivos similares.

### **2.3 Definição do “*Critical To Quality*”**

O termo “*Critical to Quality*” - CTQ, ou seja, Crítico para a Qualidade, exemplifica o conceito de nível de qualidade exigida pelo cliente em relação aos resultados dos processos, ou seja, as saídas. Os níveis da qualidade para as entradas necessárias na execução das atividades do processo também devem ser definidos principalmente quando estas entradas são fornecidas por outros processos, sejam estes internos ou externos à Organização.

A qualidade exigida é definida pelas características atribuídas ao produto pelo cliente.

Podem ser:

- **Qualidade intrínseca:**
  - Características específicas do produto (para materiais, materiais processados e equipamentos: características tecnológicas, por exemplo, propriedades mecânicas, elétricas, termodinâmicas,...; para informações: precisão, conteúdo,...);
  - Características temporais (continuidade ao longo do tempo, por exemplo, alta confiabilidade, disponibilidade,...).
- **Qualidade de custo:**
  - Preço final (produto final acabado, para cliente externo, o usuário);
  - Custo operacional dos processos.
- **Qualidade aos sentidos humanos:**
  - Beleza, sabor, odor agradável,...;
  - Ergonomia.
- **Qualidade na venda:**
  - Ética, honestidade na venda.
- **Qualidade na entrega:**
  - Prazo;
  - Quantidade estabelecida;
  - Local adequado.
- **Segurança e Ecologia:**
  - Ausência de Riscos e Perigos para o cliente, colaboradores e comunidade.

Os “CTQ” são atribuídos apenas às principais saídas (produtos) e entradas do processo. A definição dos “CTQ” é realizada em um *Brainstorming*, reunindo responsáveis pelo processo, clientes do processo, potenciais responsáveis e clientes e pessoas de outros processos que possam contribuir.

As perguntas a seguir ajudam na atribuição de “CTQ”:

- Que atributos de nosso produto são características fundamentais para a satisfação dos clientes?
- Este CTQ realmente reflete aquilo que é importante para nossos clientes?
- Podemos verificar (avaliação da eficácia) para ver o quão bem o requisito será atendido?

## **2.4 Definição de Indicadores de Desempenho (Itens de Controle)**

Os indicadores de desempenho visam avaliar a eficácia do processo e são normalmente denominados Itens de Controle.

Os itens de controle podem ser quantitativos ou qualitativos. Sugere-se que sejam quantitativos para uma melhor avaliação e gestão do processo. Além disto, a tomada de decisões deve ser baseada em fatos e dados, “como podemos melhorar se não sabemos ao menos qual a nossa posição?”, “aumentar o que?”, “reduzir o que?”, “para quanto?”.

Normalmente, as organizações já possuem determinada quantidade de indicadores ou itens de controle, a associação destes com os “CTQ” identificados pode ser feita a fim de evitar a criação de novos indicadores.

Algumas perguntas que facilitam a identificação/definição dos itens de controle:

- Já existem itens de controle disponibilizados pela Organização que possam avaliar a eficácia dos meus processos? (estes não necessariamente são “gráficos”)
- O indicador que utilizarei está acordado com outros gestores de processos iguais ou similares? Existe padronização?
- O local de armazenamento dos dados / itens de controle está definido?

Exemplo de indicadores:

- Itens de controle de um Processo para a emissão de Plano de Inspeção (PI): número de PI entregue dentro do prazo por mês e quantidade de problemas por quantidade total de peças produzidas.
- Itens de controle de um processo de pagamento de fornecedores: número de pagamentos realizados, pagamentos realizados prazo, pagamentos que geraram reclamações ou multas, por motivos diversos.

O estabelecimento de uma meta é importante para a comprovação da eficácia dos processos. Meta é o valor a ser atingido. Normalmente, o prazo para o atendimento desta meta também é estabelecido.

## **2.5 Formalização e Treinamento**

A Organização deve estabelecer meios para documentar e disponibilizar as informações geradas para uso constante dos envolvidos. Isto deve ocorrer de forma padronizada.

Nenhum padrão deve ser aplicado, sem um prévio treinamento dos envolvidos. Mesmo coisas óbvias para uns, são extremamente complicadas para outros.

## **2.6 Rodando o “ D "Do", C "Check", A "Act" ”**

Uma vez ocorrido o planejamento das atividades de abordagem de processo e feito o direcionamento de algumas ações que independem da avaliação dos indicadores de desempenho, os envolvidos com os processos devem organizar, para cada macro-processo e/ou processo, uma tabela que apresente para cada item de controle a indicação de como calculá-lo, quando, o responsável, onde e porque utilizando a ferramenta 5W1H para finalmente executar "Do", verificar "Check", agir e padronizar "Act".

### **3 MÉTODOS PARA MEDIR OS RESULTADOS OBTIDOS COM AS ALTERAÇÕES REALIZADAS NOS PROCESSOS**

A avaliação do resultado obtido com as alterações realizadas nos processos, sejam elas resultantes da aplicação da abordagem de processos, sejam decorrentes de novas tecnologias, sejam decorrentes de alterações de layout ou por qualquer outro motivo, muitas vezes é realizada de forma empírica, baseada em sentimento ou opiniões, com pouco ou nenhum embasamento científico.

São propostos dois métodos estatísticos para avaliar se houve ou não ganho de desempenho com as alterações realizadas, a partir de dados amostrais do processo: Testes de Hipóteses e Análise de Variância. Por serem ferramentas estatísticas, portanto fundamentadas e de uso relativamente fácil, permitem concluir, estatisticamente, se houve ganho, se houve perda ou se não houve alteração nos resultados, depois de promovidas alterações na organização.

O Teste de Hipóteses é mais simples e exige menor número de cálculos. O Delineamento de Experimentos permite comparar o desempenho do processo após rodar o PDCA (item 2.6) várias vezes o que possibilita estudar o ganho obtido a cada ciclo do PDCA, portanto, se for necessário fazer estudo contínuo das melhorias dos processos, o Delineamento de Experimentos apresenta vantagens em relação ao Teste de Hipóteses.

Foram utilizados os modelos mais abrangentes dos dois métodos, o que permite a utilização de ambos, mesmo com amostras de tamanhos diferentes.

#### **3.1 Delineamento de Experimentos – Método da Análise de Variância**

A aplicação do Delineamento de Experimentos exige informações numéricas, isto é, indicadores mensuráveis da característica de interesse, antes e depois das alterações no processo.

O modelo utilizado é de experimento com um único fator e dois níveis de tratamento. Os dois níveis de tratamento são as duas situações do processo, isto é, antes e depois das alterações.

Na figura 6 está desenhado um processo qualquer, de forma bastante

simplificada, onde fica claro que, para o estudo de Delineamento de Experimento, as saídas de quaisquer processos são as características de interesse, ou seja, indicadores que sejam capazes de mostrar os resultados de interesse.

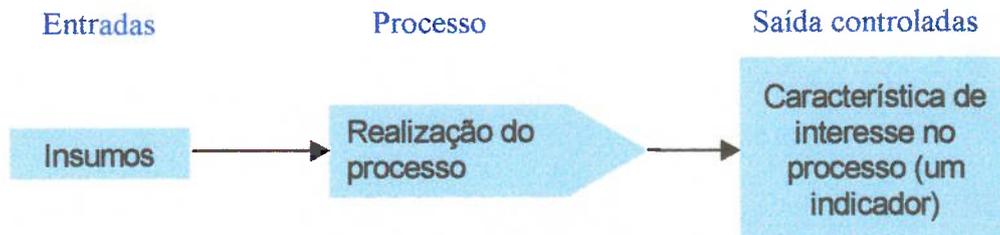


Figura 6 - Processo

Uma vez definido o processo e seu indicador, são propostas duas hipóteses:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Onde  $H_0$ , chamada de Hipótese nula, é a hipótese de que não há diferença entre os dois níveis de tratamento. Já  $H_1$  é a hipótese que se contrapõe à hipótese nula, ou seja, existe diferença entre os tratamentos.

A existência de diferença entre os tratamentos é verificada pela análise das duas variâncias obtidas nas amostras dos dois níveis de tratamento. Esta análise é conhecida por teste "F" (da distribuição "F" de Snedecor) ou Análise de Variância, porque compara a variância "dentro" dos tratamentos (variância residual -  $S_R^2$ ) e a variância "entre" os tratamentos ( $S_E^2$ ). A figura 7 mostra de forma simplificada, o significado desses termos.

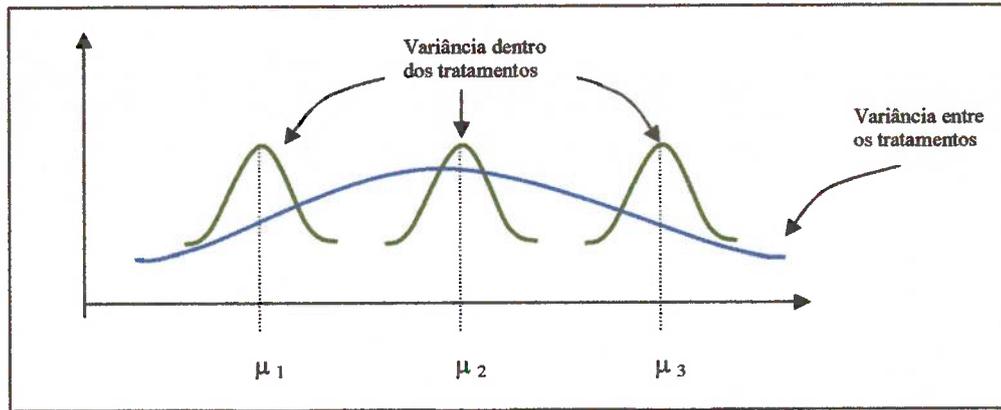


Figura 7 - Variância

A variância residual -  $S_R^2$  é a média das variâncias encontradas em cada um dos tratamentos. A variância entre os tratamentos  $S_E^2$  é obtida pela diferença entre a média de cada tratamento e a média global de todos os tratamentos.

A verificação se há ou não há diferença entre os dois níveis de tratamento inicia-se com o levantamento dos dados e uma seqüência de cálculos e termina com a análise do resultado obtido, conforme demonstrado 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3.

### 3.1.1 Levantamento dos dados

Tabela 1 – Resultados de medições

Medidas realizadas		Tratamento		
		1	2	
1		$Y_{11}$	$Y_{21}$	
2		$Y_{12}$	$Y_{22}$	
3		$Y_{13}$	$Y_{23}$	
		.	.	
	N	$Y_{1n}$	$Y_{2n}$	Valores e médias globais
A – Somatórios	$T_i$	$T_1$	$T_2$	$T = (T_1 + T_2)$
B – N° de elementos	$n_i$	$n_1$	$n_2$	$N = (n_1 + n_2)$
C – Médias	$\bar{Y}$	$\bar{Y}_1 = T_1 / n$	$\bar{Y}_2 = T_2 / n$	$\bar{Y} = T / N$
D – Quadrados dos Somatórios	$T_i^2 / n_i$	$T_1^2 / n_1$	$T_2^2 / n_2$	$T_1^2 / n_1 + T_2^2 / n_2$
E – soma dos quadrados dos elementos	$Q_i$	$Q_1$	$Q_2$	$Q = Q_1 + Q_2$

Onde:

$Y$  = valor encontrado na amostra

$T$  = soma dos valores das amostras de cada processo

$n$  = número de elementos medido em cada processa

$N$  = número total de elementos medidos

$\bar{Y}$  = média dos valores medidos em cada processo

$\bar{\bar{Y}}$  = média de todos os valores medidos

$Q$  = soma do quadrado dos valores medidos

A partir da tabela de resultados de medições, apresentada na tabela 1, encontra-se os valores de SQE (soma dos quadrados dos elementos) e SQR (soma dos quadrados residuais) o que permitirá encontrar a variância entre os tratamentos ( $S_E^2$ ) e a variância residual (ou “dentro”) dos tratamentos ( $S_R^2$ ).

$$SQE = (T_1^2 / n_1 + T_2^2 / n_2) - T^2 / N$$

$$SQR = Q - (T_1^2 / n_1 + T_2^2 / n_2)$$

### 3.1.2 Quadro de análise de variância (ANOVA)

Tabela 2- ANOVA

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	$F_{calc}$
Entre	SQE	$2 - 1 = 1$	$S_E^2 = SQE$	$F_{calc} = S_E^2 / S_R^2$
Residual	SQR	$N - 2$	$S_R^2 = SQR / N - 2$	
Total	SQT	$N - 1$		

### 3.1.3 Conclusão do experimento

A conclusão se houve ou não variação nos resultados do processo é dada pela comparação entre os resultados de  $F_{calculado}$  e  $F_{crítico}$ , sendo que:

$F_{calculado} < F_{crítico} \Rightarrow$  não há diferença entre os tratamentos (aceito  $H_0$ )

$F_{calculado} > F_{crítico} \Rightarrow$  há diferença entre os tratamentos (rejeito  $H_0$ )

O valor de  $F_{crítico}$  é obtido na tabela “F” de Snedecor (8), apresentada no anexo

6, sendo que é necessário definir o grau de significância ( $\alpha$ ) do resultado, isto é, qual a certeza que se deseja ter para a conclusão do experimento.

### 3.2 Método de Teste de Hipóteses

Assim como na Análise de Variância, a aplicação do Teste de Hipóteses exige um indicador numérico, que servirá de parâmetro de comparação do processo antes e depois das alterações. Definido o indicador, são propostas as hipóteses:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Onde  $H_0$ , chamada de Hipótese nula, é a hipótese de que não há diferença entre os dois processos, ou seja, não há diferença entre as médias do indicador antes e depois das alterações realizadas no processo. Já  $H_1$  é a hipótese que se contrapõe à hipótese nula, ou seja, existe diferença nos resultados do processo antes e depois das alterações.

#### 3.2.1 Levantamento dos dados

Após obtenção dos dados amostrais, são calculados média e desvio padrão das amostras, antes e depois do tratamento dos processos, utilizando as equações:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} \quad S = \sqrt{S^2}$$

$$v = \frac{S^2}{n} \quad \Phi = \frac{(v_1 + v_2)^2}{\frac{v_1^2}{n_1 + 1} + \frac{v_2^2}{n_2 + 1}} - 2$$

Onde:

$\bar{X}$  = média das amostras

$X_i$  = valor da amostra  $i$

$n$  = número de elementos da amostra

$S^2$  = variância

$S$  = desvio padrão

$\Phi$  = grau de liberdade

### 3.2.2 Cálculos do teste

O teste de hipótese é realizado comparando o valor  $t_{\text{calc}}$ : t-Student obtido por cálculo, a partir dos valores das amostras, com o valor  $t_{\alpha}$ : t-Student obtido da tabela t-Student (8) apresentada no anexo 7, sendo que é necessário definir o grau de significância ( $\alpha$ ) do resultado, isto é, qual a certeza que se deseja ter para a conclusão do experimento.

Considerando a situação mais genérica, onde a média e a variância são desconhecidas, o valor de  $t_{\text{calc}}$  é obtido pela equação

$$t_{\text{calc}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{v_1 + v_2}}$$

Onde:

Os índices 1 e 2 significam, respectivamente, antes e depois das alterações realizadas no processo, como:

$\bar{X}_1$  = média dos resultados antes

$\bar{X}_2$  = média dos resultados depois

### 3.2.3 Conclusão do teste de hipótese

A conclusão se houve ou não variação nos resultados do processo é dada pela comparação entre os resultados de  $t_{\text{calculado}}$  e  $t_{\alpha}$ , sendo que:

$|t_{\text{calc}}| < t_{\alpha/2} \quad \Rightarrow \quad \text{aceito } H_0: \text{ não há diferença entre os tratamentos}$

$|t_{\text{calc}}| > t_{\alpha/2} \quad \Rightarrow \quad \text{rejeito } H_0: \text{ há diferença entre os tratamentos}$

O teste proposto permite concluir apenas se houve ou não variação nos resultados do processo, no entanto, a conclusão se a variação foi para melhor ou para pior é resultado da análise do responsável pelo processo.

Outros testes de hipóteses podem ser adotados. Isto depende do objeto de análise. Quando o indicador de eficácia do processo for um índice, deve-se adotar o conceito de que as proporções de duas populações são iguais ( $p_1=p_2=H_0$ ).

#### **4 CASOS REAIS EMBRAER, PETROBRAS E MOVELART**

A análise da eficácia das ações implementadas foi realizada com a aplicação dos dois métodos descritos no capítulo 3, Análise de Variância e Teste de Hipóteses e obteve-se o mesmo resultado com ambos, considerando  $\alpha = 0,01$  e:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  : não existe diferença entre os tratamentos

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  : existe diferença entre os tratamentos

As duas ferramentas estatísticas, por si só, permitem apenas concluir se há ou não diferença entre as duas situações apresentadas, isto é, antes e depois das alterações no processo produtivo.

A decisão se o processo melhorou ou piorou, depende de bom senso na análise das informações obtidas após os cálculos necessários. Nos três casos apresentados, a redução do tempo significa que o processo foi otimizado, portanto, que houve melhoria.

Nos casos Embraer e Movelart a análise mostrou que houve alteração nos resultados e esta alteração foi para melhor. No caso Petrobras, com a amostragem utilizada, não é possível concluir que houve alteração nos processos estudados.

Nota: Adotar  $\alpha = 0,01$  (nível de erro admitido) significa o estabelecimento de um critério rigoroso para a aceitação da hipótese. Além disto, direciona o estudo para uma conclusão mais assertiva, pois podem ocorrer melhorias no processo devido a outras iniciativas ou por fatores não considerados.

##### **4.1 Análise crítica - cenário inicial**

As Organizações de grande porte (como Embraer e Petrobras), talvez devido ao "Know-how" tecnológico e diversificado adquirido ao longo dos tempos, permaneciam com o conceito de áreas ou departamentos enraizado em sua cultura. Este tipo de "atitude" nos dias atuais constituía num risco potencial para as organizações, pois para se manterem competitivas, estas devem ter seus recursos utilizados de forma integrada e voltados para seus objetivos. Mesmo organizações de pequeno porte (como Movelart), começam a perceber vantagens com o uso desta filosofia.

No cenário comentado acima, pessoas responsáveis por atividades dentro da organização, não enxergavam as demais atividades executadas por outras pessoas ou departamentos, tendo como consequência a ocorrência de redundâncias de resultados desejados e estabelecimento de “novas” regras ou até mesmo de departamentos para solução de determinados problemas sendo que, pessoas ou “processos” já existiam para tal finalidade.

Não enxergar a organização como um conjunto de processos que se inter-relacionam para determinado fim, provoca constantemente a falta de apoio requerido para o atendimento de metas de determinado departamento que deveriam ser compartilhadas com os demais.

Outro ponto importante é que, uma vez não conhecendo o que determinada área faz, ocorre uma cobrança equivocada entre as diversas áreas.

Vale reforçar que, mesmo a organização (como Embraer), tendo um Plano de Ação (PA) anual do seu Diretor Presidente desdobrado para todas as áreas da organização, esta metodologia de PA não evita a falta de diálogo e trabalho de forma integrada por parte das áreas. Esta falta de diálogo acaba ocorrendo até mesmo dentro das áreas, reforçando ainda mais a necessidade das mesmas criarem uma metodologia eficaz para a abordagem de processos.

Como apontado por Cerqueira (1999) no seu livro, uma organização normalmente tem um comportamento de ameba, ou seja, existe uma deformação produzida decorrente de vários fatores, um deles é a falta de interação entre as pessoas ou processos. Quando pessoas não trabalham para objetivos comuns ou inter-relacionados, existem deformações resultantes de iniciativas em diversas direções, o resultado é o não atendimento de metas a contento, perda de qualidade, produtividade, etc. A figura 8 demonstra este conceito.

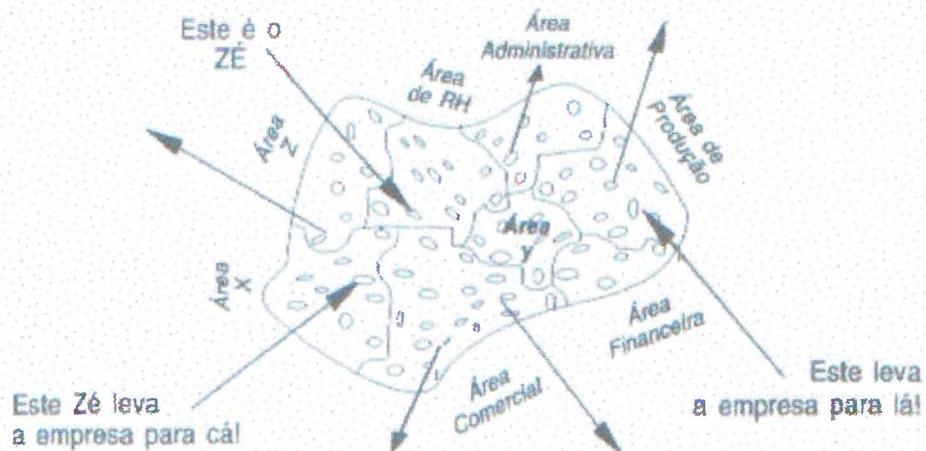


Figura 8 - Ilustração do conceito de organização "ameba"

Fonte: Cerqueira (1999)

Quando falamos de processos da qualidade, estes na Embraer recebem maior atenção os processos que fazem parte do fluxo da manufatura (os relacionados a inspeção e conformidade do produto). Por este motivo, os outros processos devem ser claramente delineados e com objetivos consistentes, de valor agregado para serem valorizados. Portanto, demonstrar de forma clara os processos e seus respectivos objetivos e saídas (resultados) se fazia extremamente necessário.

A não medição da eficácia dos processos sugere certa incerteza quanto ao desempenho dos mesmos no atendimento dos seus respectivos objetivos. Isto ocorria e ainda ocorre com alguns processos das organizações. Alguns já possuíam indicadores, principalmente os relacionados à manufatura.

Portanto, a adoção da abordagem de processos para a melhoria do desempenho da organização se fez necessário.

#### 4.2 Embraer

A Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica) é a quarta maior fabricante de aeronaves comerciais do mundo, posição alcançada graças à excelência de seus produtos e à tecnologia de ponta no segmento aeroespacial. É uma organização totalmente voltada para o cliente, com mais de 30 anos de experiência em projeto, fabricação, comercialização e pós-venda, e que já entregou cerca de 5.500 aviões, que estão em operação nos diversos pontos do globo. A Embraer tem uma base

global de clientes e importantes parceiros de renome mundial, o que resulta em uma significativa participação no mercado.

A Embraer possui uma bem estabelecida família de aviões regionais, cujo produto pioneiro é o turboélice para 30 passageiros EMB 120 Brasília. Compõem a família o jato para 37 passageiros ERJ 135, o novo ERJ 140 de 44 assentos e o ERJ 145, para 50 passageiros.

Para complementar essa linha de produtos, a Embraer lançou em julho de 1999 uma nova família de jatos - o EMBRAER 170, o EMBRAER 175, o EMBRAER 190 e o EMBRAER 195, com capacidades para, respectivamente, 70, 78, 98 e 108 passageiros.

O emprego de modernas ferramentas gerenciais e de engenharia permitiu à Embraer desenvolver e entregar o primeiro membro desta família no primeiro semestre de 2003. Essa nova família de aeronaves vai garantir a continuidade da linha de produtos comerciais da organização no novo século e fortalecerá a sua participação no mercado de jatos de transporte regional, que atualmente já é de 45%.



Figura 9 – ERJ-170

Fonte: [www.embraer.com](http://www.embraer.com)

A Embraer desempenha um papel estratégico no sistema de defesa brasileiro, tendo fornecido mais de 50% da frota da força aérea brasileira. Cerca de 20 forças aéreas no exterior também operam os produtos Embraer.

Uma nova linha de produtos militares baseados na plataforma do ERJ 145, tais como o EMB 145 AEW&C, para Alerta Aéreo Antecipado, o EMB 145 RS/AGS, para sensoriamento remoto e o P 99, para patrulhamento marítimo e guerra anti-

submarino, apresentam excelente potencial de vendas no concorrido mercado de defesa internacional. A Embraer entregou em julho passado, à Força Aérea Brasileira (FAB), os três primeiros aviões que fazem parte do Sistema de Vigilância da Amazônia, o SIVAM. São duas aeronaves EMB 145 SA ("AEW&C – Airborne Early Warning and Control" ou Aeronave de Alerta Aéreo Antecipado e Controle) – e uma EMB 145 RS – "Remote Sensing" (ou Sensoriamento Remoto). No total, a FAB receberá oito aviões, sendo cinco do modelo EMB 145 SA e três do modelo EMB 145 RS.

Outros produtos de sucesso destinados ao mercado incluem o novo AMX-T e o Super Tucano, que em sua versão ALX (avião turboélice multi-missão), em breve fará parte do Programa SIVAM sendo vetorado pelos EMB 145 AEW&C. A FAB já fez um pedido de 76 aviões desse tipo e tem outras 23 opções de compra.



Figura 10 – EMB-145 AEW&C

Fonte: [www.embraer.com](http://www.embraer.com)

Buscando novas oportunidades de negócios, a Embraer lançou o jato executivo Legacy, baseado no ERJ 135, com o qual pretende conquistar parcela significativa do mercado de jatos executivos de médio porte.

As características de projeto, performance e custo dessa aeronave garantiram uma excelente receptividade no mercado de aviação corporativa.



Figura 11 - Legacy

Fonte: [www.embraer.com](http://www.embraer.com)

#### **4.2.1 Realização do produto**

##### **4.2.1.1 Fases da Realização do Produto**

A realização, ou seja, desenvolvimento, fabricação e entrega de uma aeronave é dividida nas seguintes fases:

- Definições iniciais: ocorre após pesquisas de mercado envolvendo principalmente a coleta da “voz do cliente” e análise da viabilidade do projeto, ou seja, após o “go ahead” para determinado projeto. A fase de definições iniciais envolve basicamente atividades de anteprojeto ou projeto básico (tradução dos requisitos em especificações, dimensões básicas, integração de sistemas, definição dos modelos).
- Definição conjunta: nesta fase, planos de desenvolvimento, configuração, manufatura e outros são elaborados, layout e atividades envolvendo a Empresa, fornecedores e parceiros são desenvolvidos no que tange à integração das partes a serem projetadas e produzidas por cada um.
- Projeto detalhado e protótipo: efetivamente ocorre a elaboração de desenhos com informações para a fabricação e execução de ensaios de homologação. A fabricação dos protótipos também ocorre nesta fase. Após análises de desempenho e performance dos protótipos, ocorre a consolidação das características finais do produto. A homologação do produto é feita após o

cumprimento de inúmeros testes e ensaios e acompanhamento de autoridades dos espaços aéreos em que as aeronaves irão sobrevoar.

- **Seriação:** A produção das aeronaves encomendadas pelos clientes ocorre nesta fase, tal como a entrega e assistência técnica.

- **"Phase-out":** É a fase em que ocorre o planejamento para o perfeito encerramento do ciclo de vida do produto, é quando as aeronaves são retiradas de uso. A figura 12 mostra de forma simplificada estas fases.

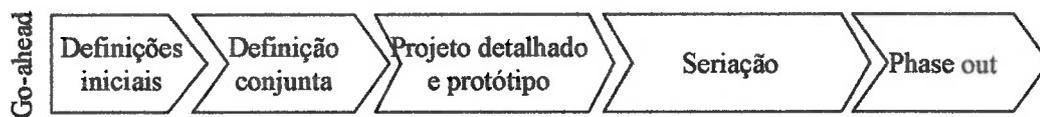


Figura 12 – Fases da realização do produto

Fonte: Embraer

#### 4.2.1.2 Fluxo do processo

Apesar da metodologia aplicada neste trabalho ser aplicável a todas as fases de realização do produto, a figura 13 apresenta o fluxo macro dos processos relacionados à fase de seriação pois os processos da qualidade aqui abordados atuam nesta fase.

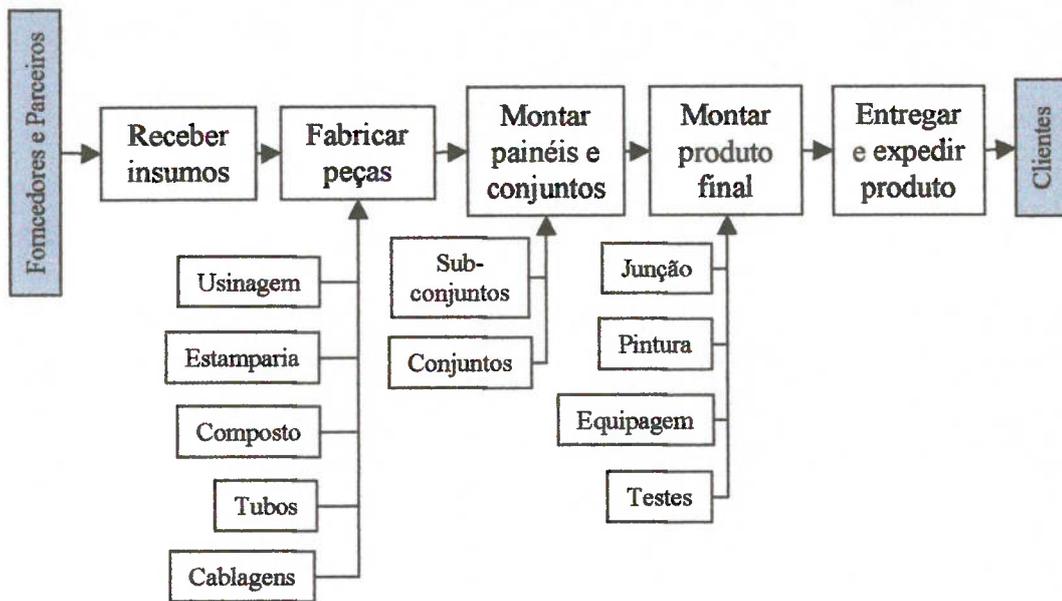


Figura 13 – Fluxo do processo de manufatura

Fonte: Embraer

#### 4.2.1.3 A Organização Qualidade

Foco deste trabalho, a Organização Qualidade Embraer tem como foco principal a garantia da qualidade, integridade e certificação do produto. Seus processos estão em grande parte voltados para a manufatura do produto e verificação do cumprimento de requisitos para a homologação das aeronaves sejam elas comerciais, de defesa ou aeronaves corporativas.

Existe uma gerência de garantia da qualidade do produto, sendo os processos relacionados a esta, foco principal deste trabalho. A estruturação da qualidade para atuação em todas as fases da realização do produto é exemplificada no organograma apresentado na figura 14.

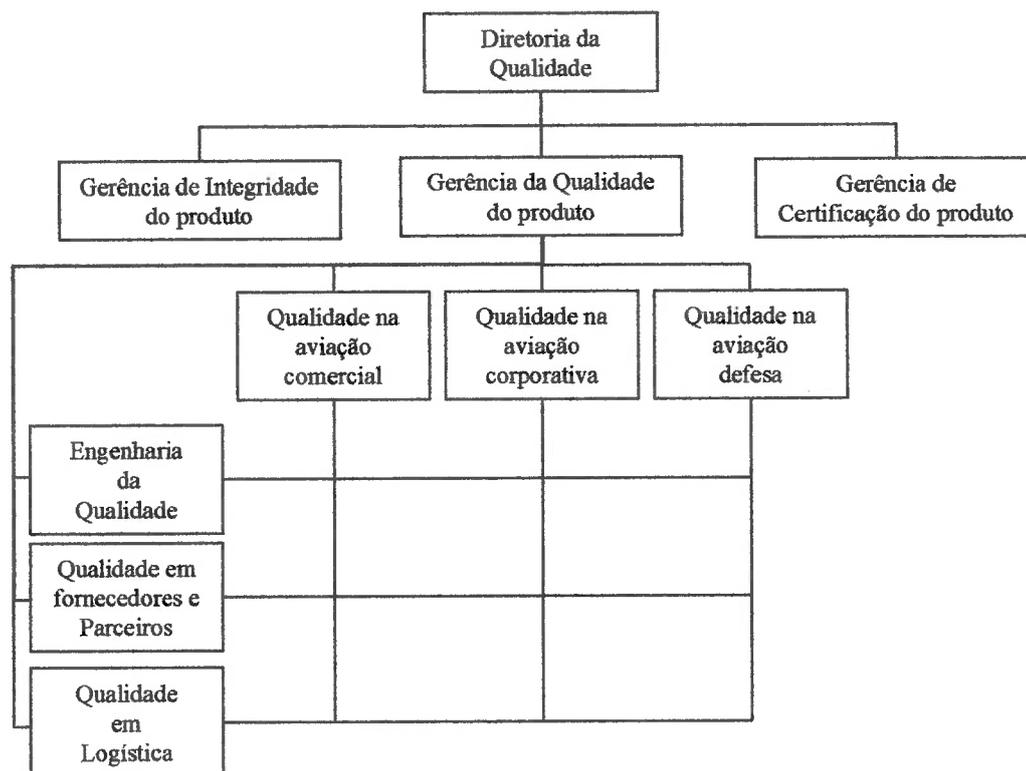


Figura 14 – Organograma da organização qualidade

Fonte: Embraer

## 4.2.2 A abordagem de processos

### 4.2.2.1 Identificação, descrição e objetivos dos processos

A organização estabeleceu níveis para a representação dos processos relacionados às cadeias de valor. Estes níveis são apresentados na figura 15.

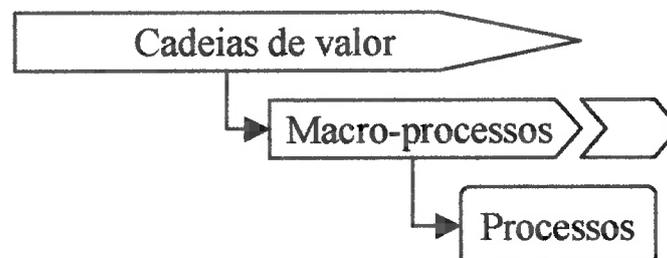


Figura 15– Representação dos processos relacionados às cadeias de valor

Fonte: Porter (1985)

Os processos da qualidade foram identificados antes da definição dos macro-processos (para aumentar nossa eficiência). Inicialmente, solicitamos às áreas da qualidade indicarem os respectivos processos. Deste levantamento pudemos observar a identificação de alguns processos com a visão departamental e não de “processos”. A formalização dos processos é apresentada no anexo 1. As atividades relacionadas à identificação de entradas e saídas dos processos nos permitiram consolidar efetivamente quais eram os processos da qualidade.

A descrição e objetivos dos mesmos também são apresentados no anexo 1. Este “exercício” de definição dos objetivos no permitiu identificar algumas redundâncias e esclarecimentos relacionados aos processos.

O anexo 2 exemplifica os processos da qualidade nas cadeias de valor da Organização.

#### **4.2.2.2 Relação fornecedor e cliente**

##### **SIPOC (*"Supplier-Input-Process-Output-Customer"*)**

O anexo 3 apresenta o SIPOC elaborado para um dos processos da qualidade, este está relacionado à gestão de não-conformidades do produto onde depois de identificada e reportada uma não-conformidade, atividades relacionadas a este processo permitem a correta disposição de retrabalho, reparo ou substituição de peça/componente do produto.

#### **4.2.2.3 Análise crítica e ações imediatas**

Após a elaboração dos SIPOC's, foram feitas análises críticas dos processos baseadas nos problemas identificados e na inter-relação dos mesmos com os demais processos da qualidade e do restante da Organização.

Alguns pontos importantes observados:

- Em vários processos identificamos demandas não relacionadas aos objetivos dos mesmos. Por exemplo: rotinas de liberação de acesso a bases de informática, dúvidas de usuários, informações gerais;

- Algumas das saídas identificadas não eram entradas efetivas de outros processos, ou seja, são disponibilizadas para consulta esporádica. Isto não significa que muitas destas saídas não sejam de uso recomendável em rotina;
- Desconhecimento de muitos quanto ao processo que recebe determinadas saídas ("Customers"), sabendo-se apenas o departamento pertinente. Por exemplo: produção e engenharia;
- Quanto às entradas relacionadas aos processos da qualidade, durante a execução dos SIPOC's observamos que problemas relacionados a estas eram facilmente observados e impactavam na execução das atividades relacionadas aos processos;
- Quando identificado os "Customers" dos processos, observamos a relação de alguns processos de forma direta com clientes (usuários dos produtos) e autoridades;
- Na identificação dos "CTQ"'s observou-se que muitos poderiam ser classificados como problemas e deveriam ser resolvidos através de ajustes dos processos e não necessariamente precisariam ser monitorados. Alguns destes se tornaram indicadores;
- "CTQ"'s diretamente relacionados aos objetivos deveriam ser monitorados e classificados como indicadores dos processos;
- Com a visão da inter-relação dos processos foi possível a observação de "gargalos".

O processo de gerir não-conformidades tem como uma das suas principais saídas a disposição para retrabalho, reparo ou substituição de peças/componentes. Além da correta disposição (qualidade da informação), um outro "CTQ" para esta saída é o tempo de disposição e encerramento do ciclo da gestão da não-conformidade pois impacta diretamente o fluxo produtivo e em alguns casos a entrega da aeronave ao cliente, pois não-conformidades podem surgir em qualquer etapa da realização do produto. Portanto, um dos indicadores principais de eficácia deste processo é o tempo médio gasto no ciclo de análise de não-conformidades do produto. Baseando-se nas

observações e análise crítica do SIPOC do processo de gestão de não-conformidades, ações de melhorias foram planejadas e implementadas conforme anexo 4.

#### 4.2.2.4 Medição e monitoramento dos processos

Após as definições dos indicadores de desempenho dos processos e definição dos meios e frequência para a coleta dos mesmos conforme apresentado no anexo 5, foram estabelecidos eventos de análise dos mesmos e tomada de ações.

Abaixo são apresentados dados relacionados a indicador de tempo gasto com a gestão de não-conformidades. O início da implementação das melhorias ocorreu em maio de 2003.

Tabela 3 – Resumo dos dados coletados caso Embraer

Período	Tempo médio (horas)
set/02	81,54
out/02	83,6
nov/02	76,01
dez/02	57,89
jan/03	64,14
fev/03	104,48
mar/03	92,52
abr/03	82,14
mai/03	48,6
jun/03	34,69
jul/03	26,35
ago/03	34,92
set/03	32,19

Os gráficos das figuras 16 e 17 demonstram o lançamento dos resultados apresentados na tabela 3 e o ganho em US\$ por mês após a implementação das ações necessárias respectivamente.

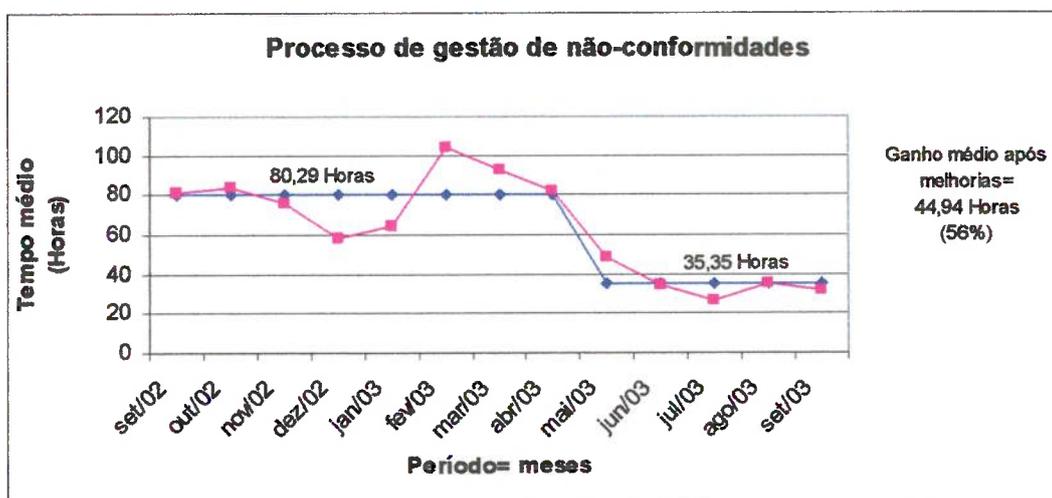


Figura 16 – Lançamento dos resultados

Fonte: Embraer

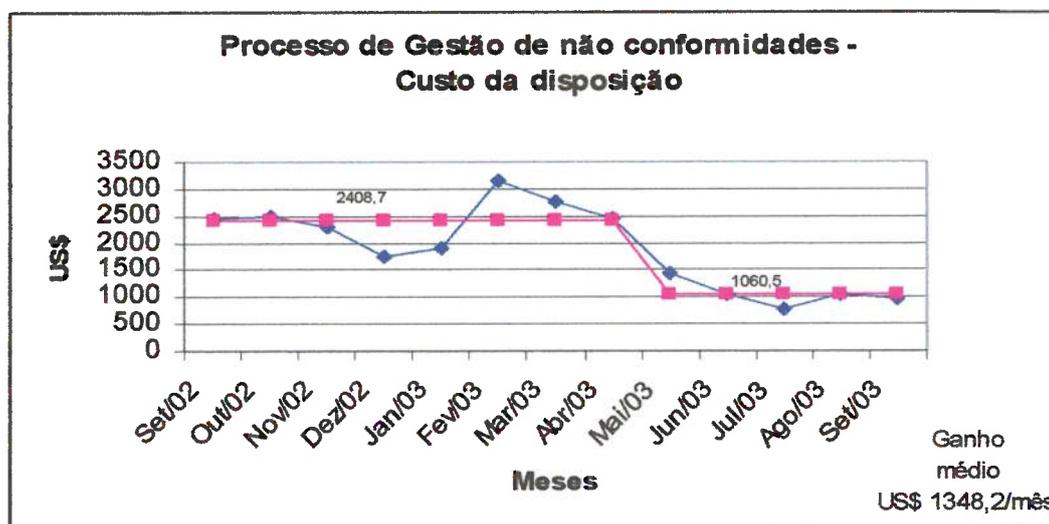


Figura 17 –Ganhos em US\$ após ações implementadas

Fonte: Embraer

#### 4.2.2.5 Método da Análise de Variância

Baseado nos resultados apresentados na Tabela 03, foi montado o quadro de ANOVA mostrado na tabela 4, considerando  $\alpha = 0,01$ .

Tabela 4 – ANOVA caso Embraer

elemento	antes mai/03	depois mai/03
1	81,54	48,60
2	83,60	34,69
3	76,01	26,35
4	57,89	34,92
5	64,14	32,19
6	104,48	
7	92,52	
8	82,14	
	642,32	176,75

<b>somatórios</b>	$T_i$	642,32	176,75	$T = 819,07$
<b>n° de elementos</b>	$n_i$	8,00	5,00	$N = 13,00$
<b>médias</b>	$Y_{\text{médio}} = T_i / n_i$	80,29	35,35	Média (T / N) = 63,01
<b>Quadrado da soma</b>	$T_i^2$	412.574,98	31.240,56	$T^2 / N = 51.605,82$
<b>Média do quadrado da soma</b>	$T_i^2 / n_i$	51.571,87	6.248,11	$\Sigma (T_i^2 / n_i) = 57.819,99$
<b>Soma dos quadrados Elementos</b>	$Q_i$	53.103,44	6.515,28	$Q = \Sigma Q_i = 59.618,72$

Quadro ANOVA para experimentos com número de elementos diferentes					
Fonte de variação	Soma dos quadrados	Grau de Liberdade	Quadrado médio	$F_{\text{calc}}$	$F_{\text{crit}}$
Entre colunas	SQE = 6.214,16	$a - 1 = 1$	6.214,16	38,00	9,65
Residual (dentro)	SQR = 1.798,74	$N - a = 11$	163,52		
Total	SQT = 8.012,90	$N - 1 = 12$			

Como  $F_{\text{calc}}(38,00) > F_{\text{crit}}(9,65)$ , rejeita-se  $H_0$ , ou seja, há diferença entre os tratamentos.

#### 4.2.2.6 Método de Testes de Hipóteses

Com os dados mostrados na tabela 3 e utilizando as equações apresentadas em 3.2, considerando  $\alpha = 0,01$ , são encontrados os valores de  $\bar{X}$ ,  $X_i$ ,  $S^2$ ,  $S$ ,  $\Phi$  e  $t_{\text{calc}}$ , mostrados na tabela 5.

Tabela 5 – Teste de Hipóteses caso Embraer

$\bar{X}_1 = 80,29$	$S^2 = 218,80$	$\Phi = 13$	
$\bar{X}_2 = 35,35$	$S^2 = 66,79$	$t_{\text{calc}} = 7,044$	$t_{\alpha/2=0,005} = 3,012$

Como  $|t_{\text{calc}}| > t_{\alpha/2}$ ,  $H_0$  é rejeitada e conclui-se que há diferença entre os tratamentos.

### 4.3 A Petrobras

Na área administrativa da Petrobras são realizados diversos serviços, como: compras de materiais, contratação de serviços, contabilidade, pagamentos, cobranças, cálculos tributários, desembaraço aduaneiro, entre outros. Uma das principais atividades é o Serviço de Suprimento que teve os processos reorganizados com intuito de melhorar o tempo médio de colocação de compra e como consequência melhorar também a satisfação dos clientes.

#### 4.3.1 Realização do Processo

O processo de compra começa com o recebimento de Pedido de Compra de Material, conhecido por PCM, emitido pelo cliente. O comprador responsável faz as cotações no mercado, define a melhor opção de compra e faz a aquisição. Depois disto, os fornecedores são monitorados até a entrega do material no local especificado por nosso cliente.

No processo descrito acima, existem vários fatores controlados e não controlados, relacionados às pessoas, à organização interna, às instalações, aos fornecedores, aos clientes, etc.

#### 4.3.2 A abordagem de processo

A principal entrada do processo e a saída a ser otimizada estão na figura 18.

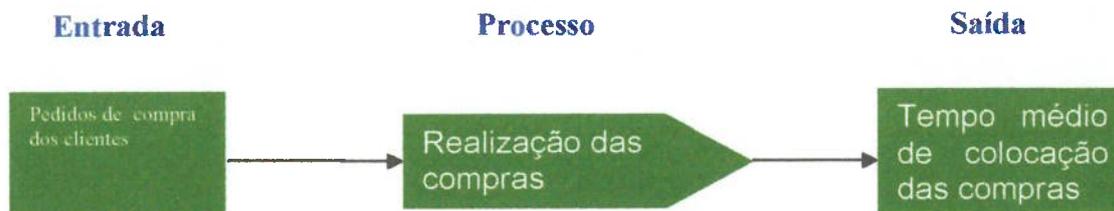


Figura 18 – entrada e saída do processo

Fonte: Petrobrás

Onde se considera como tempo de colocação da compra, o tempo entre o recebimento do PCM e a confirmação do pedido em um fornecedor. E o tempo médio de colocação da compra é a soma do tempo de colocação de todas as compras no período, dividido pelo número de compras realizadas no mesmo período.

Este experimento possui um único fator e completamente aleatorizado, seguindo o modelo de efeitos fixos, uma vez que o fator e seus níveis foram escolhidos antes do experimento acontecer. Os compradores são experientes e a única alteração foi na organização do processo de compra.

Os indicadores da atividade de compras são levantados mensalmente e para este experimento foram consideradas as medições realizadas 9 meses antes das mudanças e 9 meses depois, portanto, trata-se de um experimento com o mesmo número de réplicas nos 2 tratamentos.

O gerente da atividade decidiu modificar o modo como sua equipe estava organizada, por entender que uma alteração neste fator traria as melhorias mais significativas para a atividade, além de não necessitar de investimentos, mas apenas discussão com a equipe e disposição de todos em mudar o modo de trabalhar.

#### 4.3.2.1 Medição e monitoramento dos processos

São realizados, basicamente, dois tipos de compras: as compras licitadas e as não licitadas (genericamente denominadas outras). Estes tipos de compras são realizados por equipes diferentes e independentes. Portanto, foram conduzidos 2 experimentos, simultaneamente.

O fator controlado neste experimento foi a organização do processo com 2 níveis de tratamento:

- Organização do processo antes das mudanças
- Organização do processo depois das mudanças

Cada ensaio tem a duração de 1 mês. O tempo médio para colocação das compras dentro de um mês é o resultado de 1 ensaio (1 réplica), por exemplo: supondo que em janeiro de 2002 foram colocadas 50 compras e a soma dos tempos de colocação das compras neste mesmo mês tenha sido 1000 dias, então, o tempo médio de colocação de compras seria  $1000 / 50 = 20$  dias e este seria o resultado do ensaio em janeiro de 2002.

Foi medido o tempo médio de colocação da compra, antes e depois das mudanças planejadas pela equipe de suprimento. Os valores levantados são de junho de 2001 a novembro de 2002, conforme dados listados abaixo:

O quadro a seguir mostra o resumo dos resultados das medições, para as duas equipes, antes das mudanças (tratamento 1). Na modalidade de compra por licitação (LICITADA), o valor que aparece na tabela abaixo é o valor da leitura mensal deste indicador. Para as outras modalidades, foi calculada a média entre os valores encontrados para cpv, dpv, inexigibilidade, emergência e outras dispensas.

A tabela 6 apresenta os dados obtidos.

Tabela 6 - Resumo dos dados coletados caso Petrobras

LICITADA			OUTRAS		
Tratamento	1	2	Tratamento	1	2
Mês			Mês		
1	26	54	1	19	20
2	36	45	2	19	20
3	29	21	3	24	16
4	38	31	4	23	19
5	39	38	5	16	20
6	30	35	6	36	14
7	32	34	7	23	14
8	51	18	8	29	22
9	50	32	9	35	13

### 4.3.2.2 Análise da eficácia das alterações realizadas no processo de compras licitadas

#### 4.3.2.2.1 Método da Análise de Variância

Dos resultados das compras licitadas, listados na tabela 6, obtém-se o quadro de ANOVA da tabela 7.

Tabela 7 – ANOVA caso Petrobras- compras licitadas

	elemento	Antes	Depois		
	1	26	54		
	2	36	45		
	3	29	21		
	4	38	31		
	5	39	38		
	6	30	35		
	7	32	34		
	8	51	18		
	9	50	32		
		331	308		
<b>somatórios</b>	$T_i$	331,00	308,00	$T = 639,00$	
<b>nº de elementos</b>	$n_i$	9,00	9,00	$N = 18$	
<b>médias</b>	$Y_{\text{médio}} = T_i / n_i$	36,78	34,22	$\text{Média } (T / N) = 35,50$	
<b>Quadrado da soma</b>	$T_i^2$	109.561,00	94.864,00	$T^2 / N = 22.684,50$	
<b>Média do quadrado da soma</b>	$T_i^2 / n_i$	12.173,44	10.540,44	$\Sigma (T_i^2 / n_i) = 22.713,89$	
<b>Soma dos quadrados Elementos</b>	$Q_i$	12.803,00	11.516,00	$Q = \Sigma Q_i = 24.319,00$	
<b>Quadro ANOVA para experimentos com número de elementos diferentes</b>					
Fonte de variação	Soma dos quadrados	Grau de Liberdade	Quadrado médio	$F_{\text{calc}}$	$F_{\text{crit}}$
Entre colunas	SQE = 29,39	$a - 1 = 1$	29,39	0,29	8,53
Residual (dentro)	SQR = 1.605,11	$N - a = 16$	100,32		
Total	SQT = 1.634,50	$N - 1 = 17$			

Como  $F_{\text{calc}}(0,29) < F_{\text{crit}}(8,53)$ , aceita-se  $H_0$ , ou seja, os resultados dos tempos médios de colocação de compras LICITADAS não são diferentes.

#### 4.3.2.2.2 Método de Testes de Hipóteses

Com os dados mostrados na tabela 6 e utilizando as equações apresentadas em 3.2, considerando  $\alpha = 0,01$ , são encontrados os valores de  $\bar{X}$ ,  $X_i$ ,  $S^2$ ,  $S$ ,  $\Phi$  e  $t_{\text{calc}}$ .

Tabela 8 - Teste de Hipótese caso Petrobras- compras licitadas

$\bar{X}_1 = 36,78$	$S^2 = 78,69$	$\Phi = 17$	
$\bar{X}_2 = 34,22$	$S^2 = 121,94$	$t_{\text{calc}} = 0,541$	$t_{\alpha/2 = 0,005} = 2,898$

Como  $|t_{\text{calc}}| < t_{\alpha/2}$ ,  $H_0$  é aceita e conclui-se que não há evidência de diferenças no processo, antes e depois das alterações realizadas, ou seja, os resultados dos tempos médios de colocação de compras LICITADAS não são diferentes.

#### 4.3.2.3 Análise da eficácia das alterações realizadas no processo de compras não licitadas (outras)

##### 4.3.2.3.1 Método da Análise de Variância

Dos resultados das outras compras, listados na tabela 6, obtém-se o quadro de ANOVA apresentado na tabela 9.

Tabela 9 – ANOVA caso Petrobras- compras não licitadas

elemento	Antes	Depois
1	19	20
2	19	20
3	24	16
4	23	19
5	16	20
6	36	14
7	23	14
8	29	22
9	35	13
	224	258

<b>somatórios</b>	$T_i$	224,00	158,00	$T = 382,00$
<b>n° de elementos</b>	$n_i$	9,00	9,00	$N = 18$
<b>médias</b>	$Y_{\text{médio}} = T_i / n_i$	24,89	17,56	Média $(T / N) = 21,22$
<b>Quadrado da soma</b>	$T_i^2$	50.176,00	24.964,00	$T^2 / N = 8.106,89$
<b>Média do quadrado da soma</b>	$T_i^2 / n_i$	5.575,11	2.773,78	$\Sigma (T_i^2 / n_i) = 8.348,89$
<b>Soma dos quadrados Elementos</b>	$Q_i$	5.974,00	2.862,00	$Q = \Sigma Q_i = 8.836,00$

Quadro ANOVA para experimentos com número de elementos diferentes					
Fonte de variação	Soma dos quadrados	Grau de Liberdade	Quadrado médio	$F_{\text{calc}}$	$F_{\text{crit}}$
Entre colunas	SQE = 242,00	$a - 1 = 1$	242,00	7,95	8,53
Residual (dentro)	SQR = 487,11	$N - a = 16$	30,44		
Total	SQT = 729,11	$N - 1 = 17$			

Como  $F_{\text{calc}}(7,95) < F_{\text{crit}}(8,53)$ , aceita-se  $H_0$ , ou seja, os resultados das médias de colocação de compras NÃO LICITADAS não são diferentes.

#### 4.3.2.3.2 Método do Teste de Hipóteses

Com os dados mostrados na tabela 6 e utilizando as equações apresentadas em 3.2, considerando  $\alpha = 0,01$ , são encontrados os valores de  $\bar{X}$ ,  $X_i$ ,  $S^2$ ,  $S$ ,  $\Phi$  e  $t_{\text{calc}}$  Apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Testes de Hipótese caso Petrobras- compras não licitadas

$\bar{X}_1 = 24,89$	$S^2 = 49,86$	$\Phi = 12$	
$\bar{X}_2 = 17,56$	$S^2 = 11,03$	$t_{\text{calc}} = 2,819$	$t_{\alpha/2 = 0,005} = 3,055$

Como  $|t_{\text{calc}}| < t_{\alpha/2}$ ,  $H_0$  é aceita e conclui-se que não há evidência de diferenças no processo, antes e depois das alterações realizadas, ou seja, os tempos médios de colocação de compras NÃO LICITADAS não são diferentes.

#### 4.4 A Movelart

A Movelart, fundada em São Paulo, é uma organização do ramo de móveis que está há 50 anos no mercado, atuando na comercialização direta ao consumidor final. Possui cinco lojas próprias e conta com 180 colaboradores.

Foi criada dentro de um conceito de móveis e objetos de estilo, onde a modernidade e o "design" estão incorporados em cada peça. Sofisticação, modernidade e qualidade, esses adjetivos podem definir o estilo Movelart.

O mobiliário é marcado por linhas retas, cores vivas e "design fashion". Os ambientes das lojas primam pela sutileza na delimitação dos espaços, destacados por recursos de iluminação e cenografia buscando originalidade.

A filosofia da organização, desde a sua criação, é oferecer produtos com qualidade, "design" diferenciado e permanentemente atualizado, permitindo assim entregar ao consumidor final com esmero de acabamento e o máximo de conforto e garantia.

Com o objetivo de atender cada vez mais a expectativa do mercado, leva ao consumidor as últimas tendências da moda.

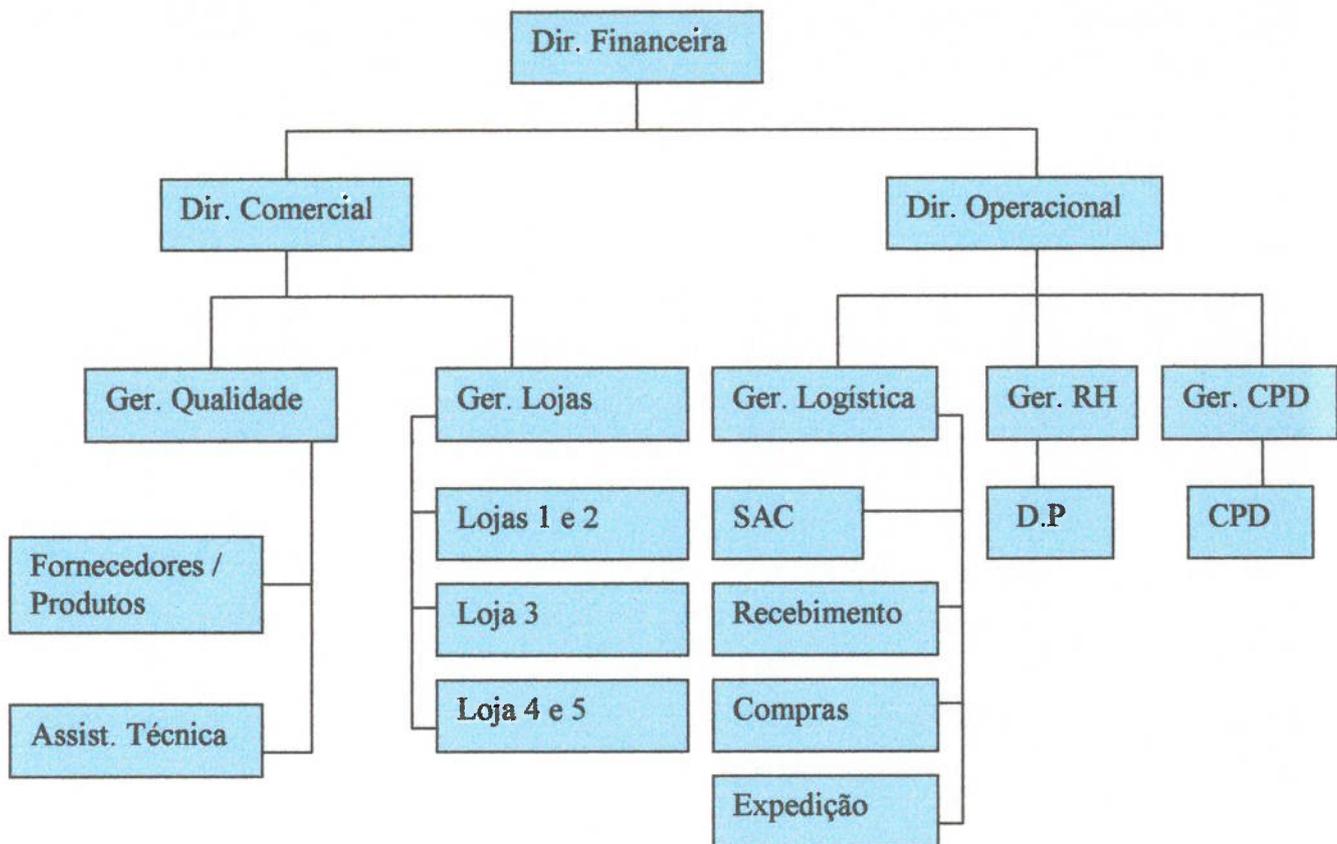


Figura 19 – Organograma Movelart

Fonte: Movelart

#### 4.4.1 Alguns Produtos.



Figura 20 – Exemplo de estofados

Fonte: Movelart

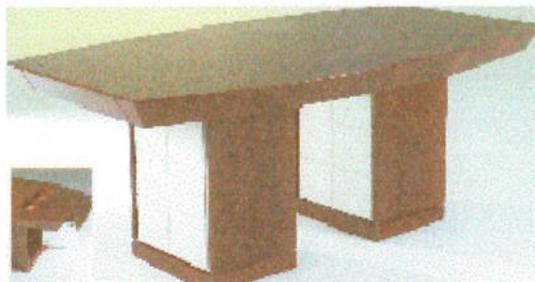


Figura 21 – Exemplo de produtos em madeira

Fonte: Movelart

#### 4.4.2 Realização do Processo

A Organização desenvolve o projeto de um produto novo, considerando as solicitações de clientes, tendências de mercado e pesquisa de novos materiais. Em seguida se dá a aprovação do projeto. Estas tarefas são executadas pelo setor de Desenvolvimento de Produtos.

O setor da Qualidade, com o projeto aprovado, seleciona o fornecedor que fabricará o produto proposto. A escolha é feita analisando-se as características do móvel e a correspondente capacitação do fornecedor homologado. Cada fornecedor é visitado e pré-qualificado antes de qualquer fornecimento.

O fluxo do processo pode ser representado como na figura 22.

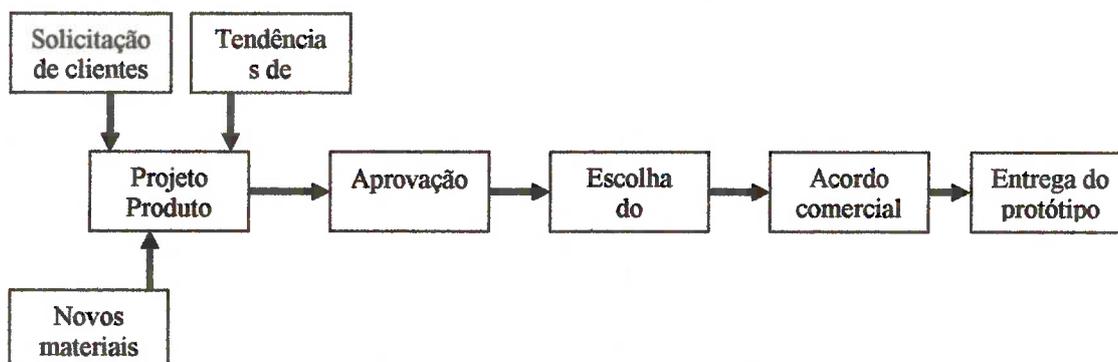


Figura 22 – Fluxo do processo

Fonte: Movelart

Um produto novo precisa ser lançado no mercado com rapidez. Uma vez identificada uma necessidade, o projeto deve caminhar para ser executado o mais rápido possível, ganhando competitividade em relação à concorrência. Este tempo é um indicador muito importante.

Mostraremos o comportamento deste indicador com a visão departamental (cada departamento executa a sua tarefa específica) e com a visão por processo (cada tarefa é executada de acordo com o fluxo do processo, independentemente do departamento correspondente).

#### 4.4.3 Medição e monitoramento do processo

O monitoramento foi feito levantando-se o tempo do desenvolvimento dos produtos novos. Foram registrados 9 projetos com a visão por departamentos e 8 com a visão por processos, como mostra a tabela 11.

Tabela 11 – Resumo dos dados coletados caso Movelart

Departamentos		Processos	
Projeto nº	Tempo (dias)	Projeto nº	Tempo (dias)
01	62	10	38
02	59	11	45
03	57	12	57
04	60	13	50
Departamentos		Processos	
Projeto nº	Tempo (dias)	Projeto nº	Tempo (dias)
05	48	14	42
06	49	15	40
07	59	16	46
08	41	17	42
09	65		

#### 4.4.4 Análise da eficácia das alterações realizadas no processo

## 4.4.4.1 Método da Análise de Variância

Tabela 12 – ANOVA caso Movelart

Antes	Depois
62	38
59	45
57	57
60	50
48	42
49	40
59	46
41	42
65	-

<b>somatórios</b>	$T_i$	500,00	360,00	$T = 860,00$
<b>n° de elementos</b>	$n_i$	9,00	8,00	$N = 17,00$
<b>médias</b>	$Y_{médio} = T_i / n_i$	55,56	45,00	Média (T / N) = 50,59
<b>Quadrado da soma</b>	$T_i^2$	250.000,00	129.600,00	$T^2 / N = 43.505,88$
<b>Média do quadrado da soma</b>	$T_i^2 / n_i$	27.777,78	16.200,00	$\Sigma (T_i^2 / n_i) = 43.977,78$
<b>Soma dos quadrados Elementos</b>	$Q_i$	28.266,00	16.462,00	$Q = \Sigma Q_i = 44.728,00$

Quadro ANOVA para experimentos com número de elementos diferentes					
Fonte de variação	Soma dos quadrados	Grau de Liberdade	Quadrado médio	$F_{calc}$	$F_{crit}$
Entre colunas	SQE = 471,90	a - 1 = 1	471,90	9,44	8,68
Residual (dentro)	SQR = 750,22	N - a = 15	50,01		
Total	SQT = 1.222,12	N - 1 = 16			

Como  $F_{calc}(9,44) > F_{crit}(8,68)$ , rejeita-se  $H_0$ , ou seja, há diferença entre os tratamentos.

#### 4.4.4.2 Método do Teste de Hipóteses

Com os dados mostrados na tabela 13 e utilizando as equações apresentadas em 3.2, considerando  $\alpha = 0,01$ , são encontrados os valores de  $\bar{X}$ ,  $X_i$ ,  $S^2$ ,  $S$ ,  $\Phi$  e  $t_{\text{calc}}$ .

Tabela 13 – Teste de Hipóteses caso Movelart

$\bar{X}_1 = 55,56$	$S^2 = 61,03$	$\Phi = 17$	
$\bar{X}_2 = 45,00$	$S^2 = 37,43$	$t_{\text{calc}} = 3,118$	$t_{\alpha/2 = 0,005} = 2,898$

Como  $|t_{\text{calc}}| > t_{\alpha/2}$ ,  $H_0$  é rejeitada e conclui-se que há diferenças no processo, antes e depois das alterações realizadas, ou seja, os tempos de desenvolvimento de produto são diferentes.

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção do conceito de abordagem de processos permite a uma organização ou gerência específica avaliar o real valor agregado dos seus processos. Os exercícios de definição de objetivos e identificação das entradas e saídas dos processos promovem o levantamento de informações antes não questionadas e analisadas e perguntas do tipo “esta atividade ou processo realmente agrega valor?” são colocadas para tomada de decisão, principalmente quando estes processos são de suporte, como muitos processos de departamentos da qualidade o são.

Outro ponto importante foi a conclusão de que alguns processos possuem objetivos similares e que deveriam ser complementares ou únicos e não concorrentes.

Identificar os processos permite uma uniformização do conhecimento de todos da gerência ou organização quanto à finalidade e existência dos mesmos, aumentando a eficiência do todo.

A medição da eficácia dos processos de forma continuada permite manter o foco em resultados e promove um melhor planejamento de metas para anos seguintes.

É importante salientar, que para o sucesso da metodologia abordada neste trabalho é de suma importância a execução de todas as etapas da mesma e o comprometimento da Alta Direção e demais níveis da organização. A ISO 9001, norma certificadora de sistemas de gestão da qualidade, tem como um dos seus requisitos a “Responsabilidade da Direção”, evidenciando a importância deste comprometimento. Outro exemplo é evidenciado nos critérios de excelência do PNQ (Prêmio Nacional da Qualidade) que sempre inclui dentre seus critérios o fator “Liderança”. O planejamento e acompanhamento da implantação devem ser feitos.

Quando a necessidade da implantação da abordagem de processo em uma organização estiver atrelada à busca de uma certificação ISO 9001:2000, a metodologia apresentada neste trabalho pode ser adotada, pois a Norma diz “o quê” fazer enquanto os conceitos e ferramentas apresentadas dizem “como” fazer.

Por fim, vale refletirmos que, se uma organização fizesse uso da abordagem de processo de forma integrada, utilizando-a como base para o cumprimento de diretrizes relacionadas a gestão da qualidade, o aumento da eficiência global aumentaria no que tange a implementação destas diretrizes.

A aplicação da metodologia se mostrou viável para qualquer tipo de organização. Especificamente nos casos práticos observamos que houve melhoria na Embraer e na Movelart. Em relação à Petrobras é necessário que se faça novas aplicações da metodologia para uma conclusão definitiva.

## ANEXO 1 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS

### EMBRAER

#	PROCESSO	DESCRIÇÃO	OBJETIVOS	Área responsável
1	Identificar e tratar características chaves (KC)	Desdobrar os requisitos de performance, montagem e vida útil em características, analisar e agir no projeto e processos relacionados, controlar e monitorar as características quando desdobradas em desenhos e roteiros.	Assegurar que requisitos primários dos clientes são desdobrados em ações de robustecimento e/ou características de produto ou processo para controle e monitoramento.	Engenharia da Qualidade
2	Gerir conformidade no ambiente de ensaios	Conformizar produto, partes do produto, processos e dispositivos no ambiente de desenvolvimento.	Reduzir os riscos associados à liberação para voo no ambiente de ensaio.	Engenharia da Qualidade
3	Avaliar Qualidade do Fornecedor	Estabelecer os requisitos de Sistema de Gestão da Qualidade para o fornecedor, avaliar o fornecedor, documentalmente ou "in loco", auditar/visitar e cadastrar o fornecedor selecionado.	Avaliar fornecedores que apresentarem a capacidade de cumprir os requisitos.	Qualidade de Fornecedores
4	Gerir conformidade no Recebimento	Dar conformidade nos produtos recebidos na empresa suportado nos procedimentos e normas específicas	Atender requisitos e normas Embraer, normas internacionais de homologação e requisitos específicos do produto	Qualidade em logística
5	Gerir ação corretiva e preventiva	Processo estabelecido para identificar e eliminar a causa raiz/fundamental gerador de uma não-conformidade identificada ou potencial.	Assegurar a implementação e a eficácia de Ações Corretivas e/ou Preventivas para as não-conformidades identificadas ou potenciais.	Engenharia da Qualidade
6	Gerir não-conformidades do produto	Avaliar, estabelecer a disposição para o produto não-conforme e solicitar a adoção de ações corretivas.	Assegurar o controle sobre os produtos não-conformes através da devida identificação, documentação, avaliação, disposição e segregação (quando praticável), prevenindo sua utilização ou instalação não-intencional.	Engenharia da Qualidade
7	Qualificar operações de logística	Estabelecer procedimentos e fluxos logísticos da qualidade para a cadeia de suprimentos	Qualificar os operadores logísticos em processos, embalagens e meios de movimentação.	Qualidade em logística
8	Gerir Cadeia de Medidas (laboratórios)	Gerir cadeia de medidas em meios de medição e controle: Calibrar os instrumentos e equipamentos utilizados em toda a cadeia de medida Embraer.	Garantir a confiabilidade da Cadeia de Medidas, em cumprimento ao estabelecido no Sistema da Qualidade Embraer (AS 9100, ISO 14000) e normas internacionais aplicáveis.	Qualidade em logística
9	Gerir conformidade na fabricação	Verificar, analisar e atestar o cumprimento dos requisitos do produto, durante todo o processo produtivo.	Demonstrar a conformidade do produto, visando o cumprimento dos requisitos de projeto (As Design), evidenciando a rastreabilidade dos dados de produção (As Built).	Qualidade nos Programas
10	Dar conformidade na expedição	Dar conformidade nos produtos expedidos suportado nos procedimentos e normas específicas	Atender requisitos e normas Embraer, normas internacionais de homologação e requisitos específicos do produto	Qualidade em logística

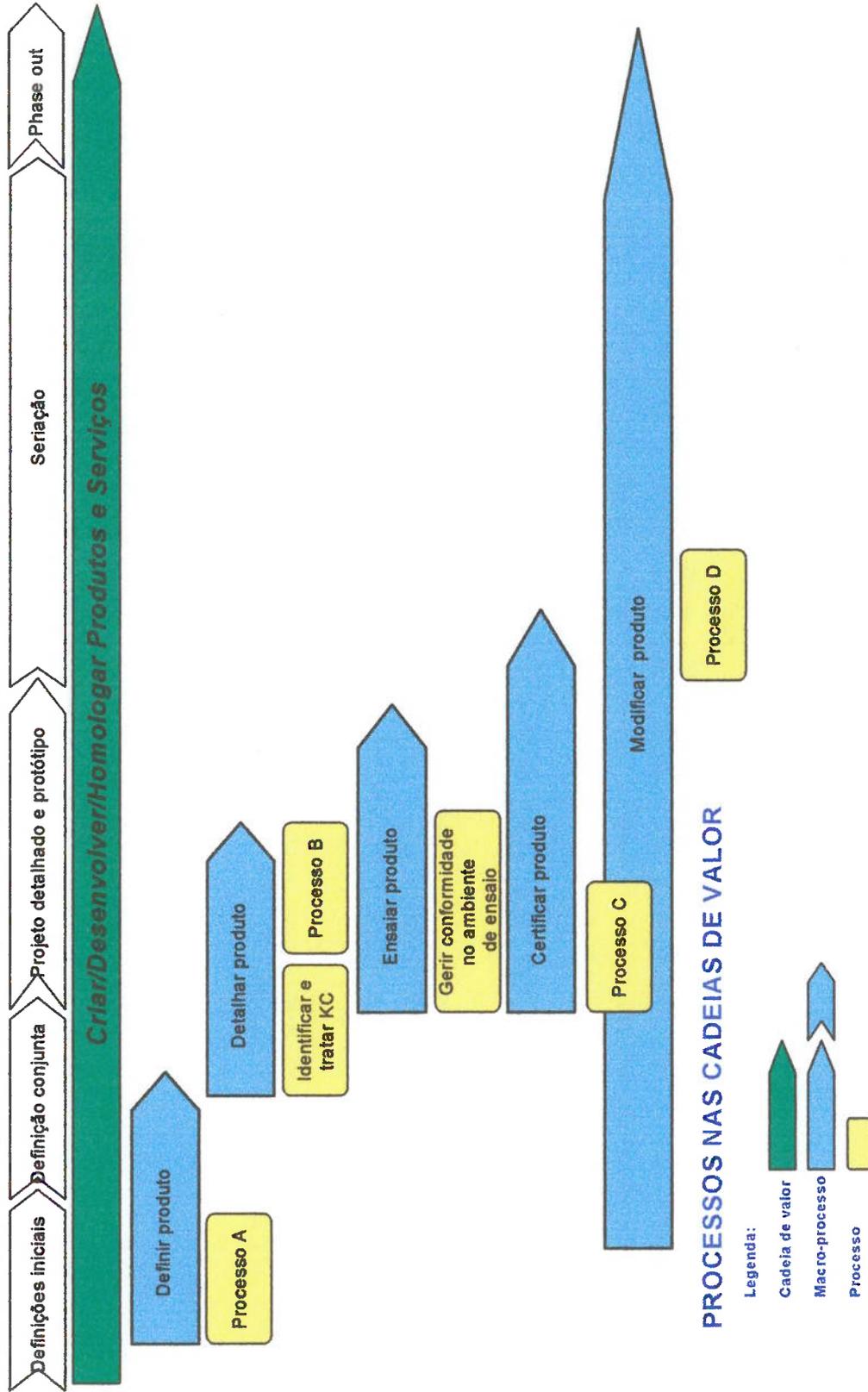
**MOVELART**

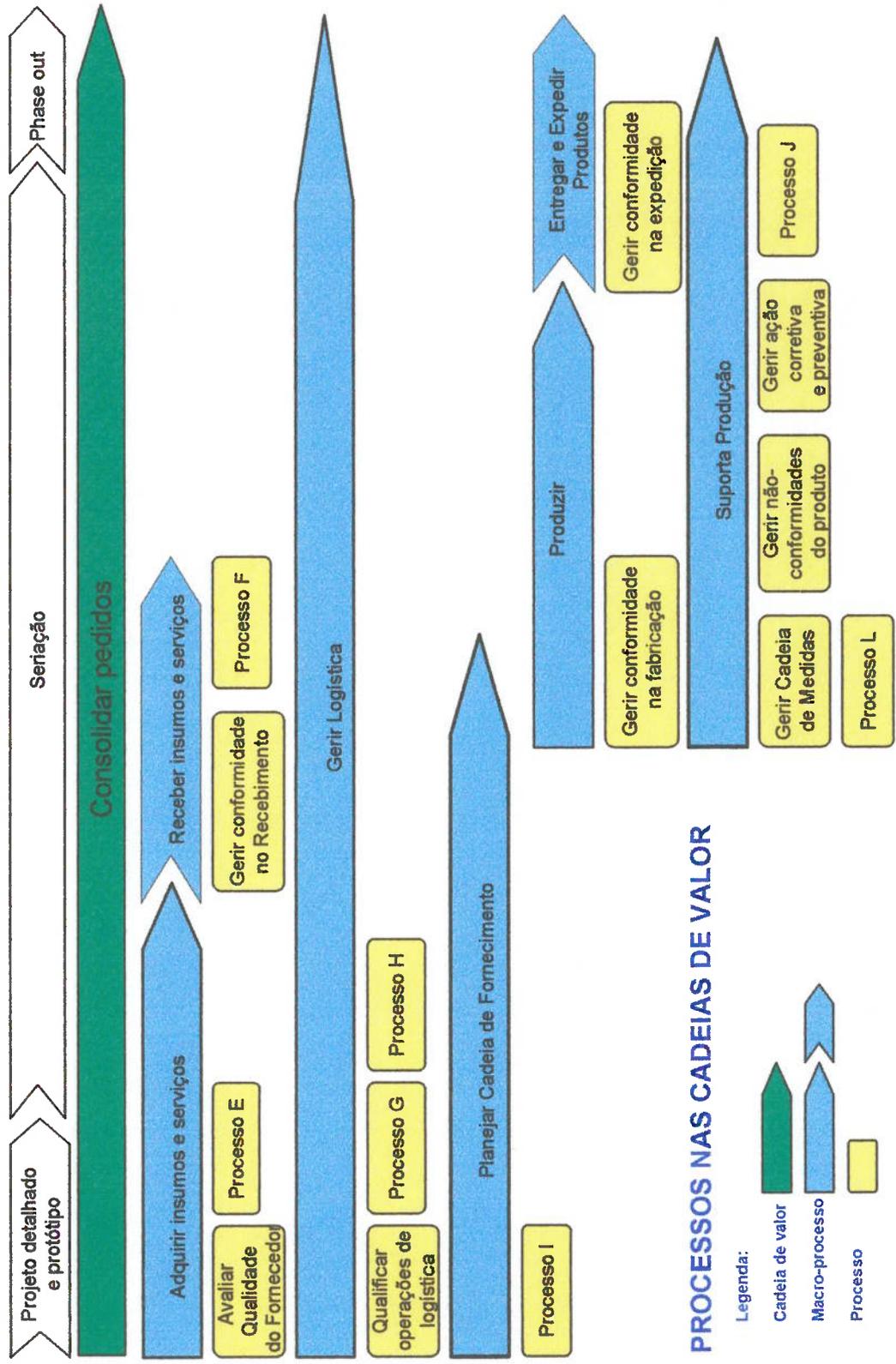
#	PROCESSO	DESCRIÇÃO	OBJETIVOS	Área responsável
1	Projeto de um Produto novo	Estudar tendências do mercado, elaborar projeto de um produto novo e escolher fornecedor.	Obter um protótipo aprovado para encomendas com prazo hábil.	Desenvolvimento de Produtos

**PETROBRÁS**

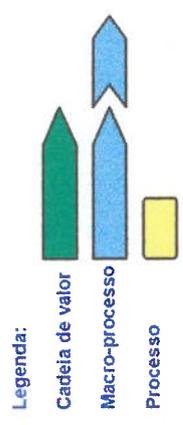
#	PROCESSO	DESCRIÇÃO	OBJETIVOS	Área responsável
1	Colocar compra em fornecedores a partir das solicitações dos clientes.	Analisar requisitos técnicos exigidos pelo cliente, solicitar cotações nos fornecedores, colocar a compra na melhor opção, considerando preço, prazo e requisitos técnicos.	Assegurar que as compras são colocadas nos fornecedores que têm a melhor opção de preço, com prazo e especificações técnicas atendidas.	Suprimento

## ANEXO 2 - PROCESSOS DA QUALIDADE NAS CADEIAS DE VALOR – EMBRAER





**PROCESSOS NAS CADEIAS DE VALOR**



**ANEXO 3 – SIPOC**

**EMBRAER**

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

<b>PROCESSO:</b> Gerir não-conformidades do produto					
<b>DESCRIÇÃO:</b> Avaliar, estabelecer a disposição para o produto não-conforme e solicitar a adoção de ações corretivas.					
<b>OBJETIVOS:</b> Assegurar o controle sobre os produtos não-conformes através da devida identificação, documentação, avaliação, disposição e segregação (quando aplicável), prevenindo sua utilização ou instalação não-intencional.					
<b>Responsável:</b> José		<b>Área:</b> Engenharia da Qualidade			
<b>Elaboradores:</b> Rodrigo, Anderson, José		<b>Ramal:</b> 1370, 2020			
<b>Evento que marca início da atividade:</b> Recebimento do documento de não-conformidade de produto					
<b>Evento que marca final da atividade:</b> Fechamento do documento de não-conformidade de produto após implementação e aprovação da correção					
Suppliers	Inputs	Process (Atividades)	Outputs	Customers	CTQ's
Qualidade (Inspeção)	Documento de não-conformidade emitido	Analisar informações contidas no documento de não-conformidade	Disposição para correção ou refugo da não-conformidade do produto	Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informar disposição para a não-conformidade em tempo viável, que não impacte o ciclo produtivo</li> <li>Qualidade da informação referente a disposição</li> </ul>
Engenharias pertinentes	Especificações do produto	<p>Dirigir documento para Engenharia pertinente para dar disposição de correção ou refugo</p> <p>Solicitar a execução da correção ou refugo</p> <p>Fazer gestão dos "adendos"</p>	<p>Emissão de "carta acordo"</p> <p>Indicadores de não-conformidades do produto</p>	<p>Qualidade (Inspeção)</p> <p>Depto Comercial</p> <p>Cliente (usuário final)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualidade da informação referente a disposição</li> <li>Qualidade da informação referente a correção executada e situação do produto (aspecto visual)</li> </ul>
		Após correção e encaminhamento para ações corretivas, fechar documento de não-conformidade		Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilizar em tempo hábil para reuniões mensais de gestão da área</li> <li>Qualidade da informação, isenção de erros de elaboração dos indicadores</li> </ul>
		Elaborar "carta acordo" no caso da não-conformidade afetar aspecto visual		Engenharia da qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilizar em tempo hábil para reuniões semanais de ação corretiva</li> <li>Qualidade da informação, isenção de erros de elaboração dos indicadores</li> </ul>
		Manter banco de dados			
		Gerar indicadores de não-conformidade do produto			

<p><b>Indicadores de desempenho:</b></p> <p>1) Tempo de atendimento do processos de gestão da não-conformidade</p> <p>2) Índice de documentos de não conformidade devolvidos ao emitente pela qualidade da informação para disposição.</p>	<p><b>Recursos necessários para o processo (o processo funciona com o uso de...?):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TI de emissão e gestão de não-conformidades</li> <li>- Comissão de Revisão de Material (Engenheiros)</li> </ul>
<p><b>Problemas identificados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qto ao input "Documento de não-conformidade emitido", a qualidade da informação não é adequada (descrição do problema, informações insuficientes para dar disposição) atrasando o ciclo de atendimento.</li> <li>- Emissão de documentos de NC em finais de semana</li> <li>- Demora na disposição (Engenharías)</li> </ul>	<p><b>Oportunidades de melhoria:</b></p> <p>Padronização de requisitos, informações mínimas por tipo de problema.</p>
<p><b>Elaborado fluxograma do processo para identificar outras oportunidades de melhorias? Não</b></p>	
<p><b>Mecanismos ou eventos reguladores do processo (o processo funciona de acordo com...?):</b></p>	
<p>AS9100 A – Requisito: 8.3 = ISO 9001:2000; RBHA; RBIA</p>	

**MOVELART**

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**PROCESSO:** Projeto de Produto Novo

**DESCRIÇÃO:** Elaborar projeto de produto novo considerando tendências do mercado

**OBJETIVOS:** Obter protótipo de produto novo em tempo hábil

Responsável: \_\_\_\_\_

Elaboradores: Fernando

**Evento que marca início da atividade:** Análise das solicitações de clientes e tendências do mercado.

**Evento que marca final da atividade:** Recebimento de protótipo aprovado para encomendas.

Suppliers	Inputs	Process (Atividades)	Outputs	Customers	CTQ's
Decoradores	Pesquisa levantada	Analisar informações: Solicitação de clientes, tendência do mercado e novos materiais.	Projeto de produto novo	Desenvolvimento de Produtos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor tempo possível</li> <li>Qualidade da informação</li> </ul>
		Aprovação do projeto		Desenvolvimento de Produtos / Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agilidade na aprovação</li> </ul>
Qualidade	Arquivo fornecedores	Escolha do fornecedor entre os fornecedores certificados	Fornecedor escolhido	Compras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualidade da informação</li> </ul>
Compras	Histórico fornecedor do de Valores referencia do mercado	Acordo comercial	Encomenda do protótipo	Lojas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Negociação favorável</li> <li>Prazo de entrega reduzido</li> </ul>
Recebimento	Especificações	Recebimento do protótipo	Protótipo disponível		<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificações atendidas</li> </ul>
<b>Indicadores de desempenho:</b>					
1) Tempo total da pesquisa até protótipo disponível.					
<b>Problemas identificados:</b>					
- Tempo elevado na confecção do protótipo.					
- Dificuldade do protótipo atender exatamente a todas as especificações.					
-					
<b>Elaborado fluxograma do processo para identificar outras oportunidades de melhorias? Não</b>					
<b>Mecanismos ou eventos reguladores do processo (o processo funciona de acordo com...?):</b>					
Redução do tempo de execução do protótipo.					
<b>Recursos necessários para o processo (o processo funciona com o uso de...?):</b>					
- Informação no tempo certo					
-					
<b>Oportunidades de melhoria:</b>					

**PETROBRAS**

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**PROCESSO:** Suprimento

**DESCRIÇÃO:** Analisar pedido de compra, colocar a compra e acompanhar a entrega, atendendo os requisitos dos clientes.

**OBJETIVOS:** Assegurar que as compras são colocadas nos fornecedores que têm a melhor opção de preço, com prazo e especificações técnicas atendidas

**Responsável:** Vicente

**Elaboradores:** Marcelo

**Evento que marca início da atividade:** Recebimento da solicitação de compra do cliente

**Evento que marca final da atividade:** Compra colocada no fornecedor com melhor condição de preço e que atenda os requisitos de prazo e especificações técnicas do produto

Area: Suprimento

Ramal: 6242

Suppliers	Inputs	Process (Atividades)	Outputs	Customers	CTQ's
Clientes (unidades operacionais)	Solicitação de compra	Analisar informações contidas na solicitação de compra	Pedido de cotação Análise das propostas Compra colocada	Unidades de produção Qualidade (Inspeção)	• Qualidade da informação referente a disposição

**Indicadores de desempenho:**

Tempo médio para colocação de compra

**Recursos necessários para o processo (o processo funciona com o uso de...?):**

Programas informatizados para emissão de documentos, sistemas de troca de informações por meio eletrônico (e-mail)

**Problemas identificados:**

O foco das atividades não está no cliente, mas no processo de compra;

O cliente não tem referência interna, não sabe quem procurar em caso de dúvidas;

A distribuição do trabalho interno está desequilibrada

**Oportunidades de melhoria:**

Criar grupos onde cada um tenha uma carteira de clientes. Desta forma os clientes têm uma referência dentro da área de suprimento, cada grupo fica responsável por todos os processos de compra destes clientes, do princípio ao fim.

A criação dos grupos implica na análise e distribuição da carga de trabalho.

**Elaborado fluxograma do processo para identificar outras oportunidades de melhorias?**

Não.

**Mecanismos ou eventos reguladores do processo (o processo funciona de acordo com...?):**

Lei 8666

## ANEXO 4 - PLANO DE AÇÃO

### EMBRAER

#	PROCESSO	O QUE	COMO	QUEM	QUANDO	POR QUE	QUANTO
1	Gerir não-conformidades	Qualidade da informação não é adequada - documentos de relato de não-conformidades do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajustar o formato do documento, acrescentando informações mínimas necessárias para disposição</li> <li>Treinar envolvidos</li> </ul>	Engenharia da qualidade junto as Engenharias do Produto	Maior/03	Robustecer processo, Redução do tempo de disposição	Hh de envolvidos Hh informática
2	Gerir não-conformidades	Alterar fluxo de informações do processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminar uma etapa do fluxo do processo: de "gerir conformidade" para o representante da qualidade no processo de gestão de NC</li> <li>Treinar pessoal do processo "gerir conformidade"</li> </ul>	Engenharia da qualidade	Junho/03	Robustecer processo, Redução do tempo de disposição	Hh de envolvidos

Quando identificada a necessidade de se dividir o processo em sub-processos, numerar conforme a seguir:

1 - Processo

1.1 - Sub-processo A do processo

1.2 - Sub-processo B do processo

Análise do Plano de Ação:

Ações viáveis.

Elaborado por: Rodrigo

Aprovado por: Zé

Revisão: 0

Ramal: \_\_\_\_\_

Ramal: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**MOVELART**

#	PROCESSO	O QUE	COMO	QUEM	QUANDO	POR QUE	QUANTO
1	Projeto de produto novo	Demora nas informações Atraso na entrega de protótipo	Melhorar sistema de informações Monitorar fornecedor	Engenharia do Produto Qualidade	Maior/03	A redução do tempo é diferencial competitivo	Dias no total do processo

Quando identificada a necessidade de se dividir o processo em sub-processos, numerar conforme a seguir:

- 1 – Processo
- 1.3 – Sub-processo A do processo
- 1.4 – Sub-processo B do processo

Análise do Plano de Ação:  
Ações viáveis.

Elaborado por: Fernando	Ramal:
Aprovado por:	Ramal:
Revisão: 0	Data: / /

## PETROBRAS

#	PROCESSO	O QUE	COMO	QUEM	QUANDO	POR QUE	QUANTO
1	Colocar compra em fornecedores a partir das solicitações dos clientes.	Reorganizar a equipe de trabalho em células responsáveis por todo processo de compra para uma determinada carteira de clientes	Levantar histórico de compras (tipo de material, nível de exigência técnica, prazos, tipo de cliente) por cliente, dividir os clientes por características semelhantes de unidades operacionais e distribuir entre células de compras, de forma que a carga de trabalho entre as células sejam próximas.	Gerente de suprimento e equipe de trabalho definida pelo gerente	Fevereiro/2002	Para reduzir o tempo médio de colocação das compras e melhorar o relacionamento com os clientes	Hh envolvidos

Quando identificada a necessidade de se dividir o processo em sub-processos, numerar conforme a seguir:

- 1 – Processo
- 1.5 – Sub-processo A do processo
- 1.6 – Sub-processo B do processo

Análise do Plano de Ação:  
Ações viáveis.

Elaborado por: Vicente

Aprovado por:

Revisão: 0

Ramal:

Ramal:

Data: / /

## ANEXO 5 - INDICADORES DE DESEMPENHO

### EMBRAER

#	PROCESSO	INDICADORES DE DESEMPENHO	DESCRIÇÃO	Frequência	Fórmula de cálculo	Unidade de medida	Valor "Kaizen"	Área responsável
1	Gerir não-conformidades	Tempo de atendimento da não conformidade – ciclo do processo	Média da somatória dos tempos gastos com a análise da não-conformidade.	Mensal	Soma dos tempos / quantidade de documentos de não-conformidade emitidos	Horas	40 horas por documento de NC emitido	Engenharia da Qualidade
2	Gerir não-conformidades	Índice de documentos de não conformidade devolvidos ao emitente pela qualidade da informação para disposição.	Ocorrência de documentos devolvidos aos emitentes para fornecimento de informações adicionais para disposição para a não conformidade do produto	Semanal	Soma de documentos de não conformidade devolvidos / quantidade de documentos de não-conformidade emitidos	Índice (%)	10%	Engenharia da Qualidade

### MOVELART

#	PROCESSO	INDICADORES DE DESEMPENHO	DESCRIÇÃO	Frequência	Fórmula de cálculo	Unidade de medida	Valor "Kaizen"	Área responsável
1	Projeto Produto novo	Tempo de Projeto Produto novo	Média do tempo gasto durante todo o processo	Ao final de cada Projeto	Soma dos dias de cada fase do processo	Dias	40 Dias por projeto	Qualidade

### PETROBRAS

#	PROCESSO	INDICADORES DE DESEMPENHO	DESCRIÇÃO	Frequência	Fórmula de cálculo	Unidade de medida	Valor "Kaizen"	Área responsável
1	Colocar compra em fornecedores a partir das solicitações dos clientes.	Tempo médio para colocação de compras	Média da somatória dos tempos gastos para colocação das compras, desde o recebimento do pedido até a colocação da compra em um fornecedor	Mensal	Soma dos tempos / quantidade de processos de compras	Dias	Máximo 30 dias	Suprimento

ANEXO 6 - Tabela de Distribuição F de Snedecor para  $\alpha = 1\%$

$\Phi_1 \backslash \Phi_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	$\infty$
1	4052,0	4999,5	5403,0	5625,0	5764,0	5859,0	5928,0	5982,0	6022,0	6056,0	6106,0	6157,0	6209,0	6235,0	6261,0	6287,0	6313,0	6339,0	6366,0
2	98,50	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,37	99,39	99,40	99,42	99,43	99,45	99,46	99,47	99,47	99,48	99,49	99,50
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,35	27,23	27,05	26,87	26,69	26,00	26,50	26,41	26,32	26,22	26,13
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,55	14,37	14,20	14,02	13,93	13,84	13,75	13,65	13,56	13,46
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16	10,05	9,89	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	9,20	9,11	9,02
6	13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60
12	9,33	6,98	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	3,18	3,09	3,00
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,84	2,75	2,66
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37	3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,23	3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	2,61	2,52	2,42
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,17	3,03	2,88	2,80	2,72	2,64	2,55	2,46	2,36
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	2,50	2,40	2,31
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,93	2,78	2,70	2,62	2,54	2,45	2,35	2,26
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,03	2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	2,40	2,31	2,21
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	2,99	2,85	2,70	2,62	2,54	2,45	2,36	2,27	2,17
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	2,96	2,81	2,66	2,58	2,50	2,42	2,33	2,23	2,13
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15	3,06	2,93	2,78	2,63	2,55	2,47	2,38	2,29	2,20	2,10
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,90	2,75	2,60	2,52	2,44	2,35	2,26	2,17	2,06
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,87	2,73	2,57	2,49	2,41	2,33	2,23	2,14	2,03
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,84	2,70	2,55	2,47	2,39	2,30	2,21	2,11	2,01
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,66	2,52	2,37	2,29	2,20	2,11	2,02	1,92	1,80
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,50	2,35	2,20	2,12	2,03	1,94	1,84	1,73	1,60
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,34	2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,66	1,53	1,38
$\infty$	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,18	2,04	1,88	1,79	1,70	1,59	1,47	1,32	1

**ANEXO 7 - Distribuição "t" de Student para teste bilateral.**  
**Valores críticos de "t" tais que  $P(|t| > t_{\alpha/2}) = \alpha$**

$\Phi \backslash \alpha$	20%	10%	5%	2,5%	2%	1%	0,5%
1	3,078	6,314	12,706	25,452	31,821	63,657	127,320
2	1,886	2,920	4,303	6,205	6,965	9,925	14,089
3	1,638	2,353	3,182	4,177	4,541	5,841	7,453
4	1,533	2,132	2,776	3,495	3,747	4,604	5,598
5	1,476	2,015	2,571	3,163	3,365	4,032	4,773
6	1,440	1,943	2,447	2,969	3,143	3,707	4,317
7	1,415	1,895	2,365	2,841	2,998	3,499	4,019
8	1,397	1,860	2,306	2,752	2,896	3,355	3,833
9	1,383	1,833	2,262	2,685	2,821	3,250	3,690
10	1,372	1,812	2,228	2,634	2,764	3,169	3,581
11	1,363	1,796	2,201	2,593	2,718	3,106	3,497
12	1,356	1,782	2,179	2,560	2,681	3,055	3,428
13	1,350	1,771	2,160	2,533	2,650	3,012	3,372
14	1,345	1,761	2,145	2,510	2,624	2,977	3,326
15	1,341	1,753	2,131	2,490	2,602	2,947	3,286
16	1,337	1,746	2,120	2,473	2,583	2,921	3,252
17	1,333	1,740	2,110	2,458	2,567	2,898	3,222
18	1,330	1,734	2,101	2,445	2,552	2,878	3,197
19	1,328	1,729	2,093	2,433	2,539	2,861	3,174
20	1,325	1,725	2,086	2,423	2,528	2,845	3,153
21	1,323	1,721	2,080	2,414	2,518	2,831	3,135
22	1,321	1,717	2,074	2,405	2,508	2,819	3,119
23	1,319	1,714	2,069	2,398	2,500	2,807	3,104
24	1,318	1,711	2,064	2,391	2,492	2,797	3,091
25	1,316	1,708	2,060	2,385	2,485	2,787	3,078
26	1,315	1,706	2,056	2,379	2,479	2,779	3,067
27	1,314	1,703	2,052	2,373	2,473	2,771	3,057
28	1,313	1,701	2,048	2,368	2,467	2,763	3,047
29	1,311	1,699	2,045	2,364	2,462	2,756	3,038
30	1,310	1,697	2,042	2,360	2,457	2,750	3,030
35	1,306	1,690	2,030	2,342	2,438	2,724	3,000
40	1,303	1,684	2,021	2,329	2,423	2,704	2,971
60	1,296	1,671	2,000	2,299	2,390	2,660	2,915
80	1,292	1,644	1,990	2,284	2,374	2,639	2,887
100	1,290	1,660	1,984	2,276	2,364	2,626	2,871
$\infty$	1,282	1,645	1,960	2,241	2,326	2,576	2,807

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Campos, V.F – TQC - **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, UFMG, 1998.
2. Campos, V.F – **Qualidade Total – Padronização de Empresas**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, UFMG, 1999.
3. Calegare, A J A – **Introdução ao Delineamento de Experimentos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.
4. Calegare. A J A – **Os Mandamentos da Qualidade Total**. São Paulo: Editora Inter-Qual International Quality Systems Ltda, 1999.
5. Cerqueira, Wilson – **Endomarketing, Educação e Cultura para a Qualidade**. São Paulo, 1999.
6. Harrington, H. James. **Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness**. Nova York: Editora McGraw-Hill, 1991.
7. Davenport, Thomas H. **Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology**. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 1993.
8. Porter, Michael E. **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**. Nova York: The Free Press, 1985.
9. Revista Banas Qualidade. Disponível em: <http://www.banasqualidade.com.br>. Acesso em 2003
10. Revista Quality Progress. Disponível em: <http://www.qualityprogress.asq.org>. Acesso em 2003
11. Philip Crosby Associates II, Inc. nos EUA. Disponível em: <http://www.philipcrosby.com.br>. Acesso em 2003.
12. PNQ – Prêmio Nacional da Qualidade.
13. ABNT – Sistemas de gestão da qualidade, Fundamentos e vocabulário NBR ISO-9000:2000.
14. ABNT – Sistemas de gestão da qualidade, Requisitos NBR ISO-9001:2000.
15. ABNT – Sistemas de gestão da qualidade, Diretrizes para a melhoria de desempenho NBR ISO-9004:2000.
16. Site da Embraer. Disponível em: <http://www.embraer.com>