

---

**Faculdade de Tecnologia de Americana**

**ELAINE ALIZON DE CARVALHO LIMA  
PATRÍCIA FREITAS DE OLIVEIRA BUENO  
PROF. EDISON VALENTIM MONTEIRO - MESTRE**

**MELHORIA NO PROCESSO DE FIOS RETORCIDOS COM A  
FERRAMENTA FMEA**

**Americana/SP**

**2012**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA**

**ELAINE ALIZON DE CARVALHO LIMA  
PATRÍCIA FREITAS DE OLIVEIRA BUENO**

**MELHORIA NO PROCESSO DE FIOS RETORCIDOS COM A  
FERRAMENTA FMEA**

**Trabalho apresentado à  
Faculdade de Tecnologia de  
Americana como parte das  
exigências do curso de  
Produção Têxtil para obtenção  
do título de Tecnólogo em  
Produção Têxtil.**

**ORIENTADOR: PROF. EDISON VALENTIM MONTEIRO - MESTRE**

**Americana/ SP**

Lima, Elaine Alizon de Carvalho.

**L697M**

Melhoria no processo de fios retorcidos com a ferramenta FMEA / Elaine Alizon de Carvalho Lima; Patrícia Freitas de Oliveira Bueno. – Americana: 2012. 66f.

Monografia (Graduação em Tecnologia Têxtil).  
Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Orientador: Prof. Me. Edison Valentim Monteiro

1. Têxtil – processos industriais – controle da qualidade I.  
Bueno, Patrícia de Freitas de Oliveira II. Monteiro, Edison Valentim II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana.

**CDU: 6677.02:658.56**

**ELAINE ALIZON DE CARVALHO LIMA, RA: 092444.  
PATRÍCIA FREITAS DE OLIVEIRA BUENO, RA: 092434.**

**MELHORIA NO PROCESSO DE FIOS RETORCIDOS COM A  
FERRAMENTA FMEA**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo no curso de Produção Têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana.

**Banca Examinadora**

**Orientador:** \_\_\_\_\_

(Edison Valentim Monteiro - Prof. Mestre, Docente da Faculdade de Tecnologia de Americana).

**Professor da Disciplina:** \_\_\_\_\_

(José Fornazier Camargo Sampaio - Prof. Mestre, Docente da Faculdade de Tecnologia de Americana).

**Convidado:** \_\_\_\_\_

(Miguel Ronaldo Galhane - Especialista, Docente da Faculdade de Tecnologia de Americana).

Americana, 25/06/2012

**Dedicamos o nosso trabalho a todos os nossos familiares e a todas as pessoas que acreditaram em nosso potencial, pelo incentivo e apoio em buscar o título de graduação.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus por nos ter ajudado durante a realização deste trabalho e as nossas famílias pelo apoio e compreensão das horas que perdemos, ou seja, deixamos de estar juntos para que esse trabalho fosse realizado.

Não se esquecendo de agradecer ao nosso grande orientador professor Edison pela confiança e paciência durante o desenvolvimento até chegar o término deste trabalho.

Agradecendo também a empresa que viabilizou a realização deste trabalho, á Faculdade de Tecnologia de Americana (FATEC), onde realizamos o nosso curso de Tecnologia Têxtil.

E ao empenho de todos os professores nestes três anos de curso nos preparando para o mercado de trabalho, aos colegas da graduação pela companhia e amizade durante todo o curso.

*“Não é o mais forte da espécie  
que sobrevive, nem o mais inteligente,  
mas o mais adaptável a mudanças”  
(Charles Darwin).*

## RESUMO

Elaboramos um trabalho que mostra a nossa empresa de Retorção passando por dificuldades financeiras por não ter um pensamento voltado para a qualidade, uma empresa que pensa somente em produzir e não na qualidade dos produtos, passando por essas dificuldades perdendo nossos clientes mudamos todo o nosso pensamento. Começamos a pensar em produzir com qualidade, pesquisando sobre as ferramentas técnicas. Descobrimos o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), através de nossas pesquisas percebemos que essa ferramenta é bastante utilizada na área automobilística com um grande resultado e pensamos porque não implantar essa ferramenta da qualidade na nossa empresa, é uma ferramenta de custo baixo para a implantação e tem um retorno imediato de vantagens e de fácil implantação, essa ferramenta identifica a ocorrência da falha durante e após o processo, fazendo com que a qualidade do produto aumente.

O nosso objetivo foi alcançado através de pesquisa e análise do tipo do efeito de falhas que podem surgir durante o processo, com a implantação da ferramenta da qualidade FMEA, além de apontar as falhas que ocorrem no processo, ela indica também à ação de melhorias que devem ser implantadas para minimizar os potenciais riscos e falhas proporcionando maior confiabilidade dos clientes e com isso atuamos no mercado.

A implantação da ferramenta da qualidade FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) deste trabalho destaca-se na área têxtil.

**Palavras-Chave:** Empresa de Retorção. Implantação. Ferramenta da Qualidade. FMEA.



## ABSTRACT

We developed a work that shows our company of the twisting going through financial difficulties by not having a quality-oriented thinking, a company that thinks only in produce and not on the quality of products, experiencing these difficulties losing our customers moved all our thinking. We started thinking of produce Weah quality, researching the technical tools. We found the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), through our research we realized that this tool is widely used in the automotive area Weah a great result and thought why not deploy this tool in our company, quality is a low-cost tool for deploying and has an immediate return to benefits and easy to deploy, this tool identifies the occurrence of failure during and after the process, causing the quality of the product increases.

Our goal was achieved through research and analysis of the type of the effect of faults that may arise during the process, Weah the implantation of quality tool, FMEA and point out the faults that occur in the process, it also indicates the action of improvements that should be implemented to minimize potential risks and failures by providing increased reliability of clients and Weah that we operate on the market.

Deployment of quality tool FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) of this work stands out in the textile area.

**Keywords:** Twisting company. Deployment. Quality tool. FMEA.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 layout da produção.....	21
Figura 2 máquina ICBT C300E .....	22
Figura 3 computador da máquina .....	23
Figura 4 chave geral da máquina.....	23
Figura 5 fuso da máquina .....	24
Figura 6 manual da máquina.....	25
Figura 7 máquina ICBT DTAR 368 .....	26
Figura 8 manual da máquina.....	27
Figura 9 sobrealimentador .....	27
Figura 10 cops no fuso.....	28
Figura 11 sensor de parada .....	28
Figura 12 anel do fuso .....	28
Figura 13 pedal de acionamento do fuso.....	28
Figura 14 magazine da máquina.....	29
Figura 15 local do ar comprimido .....	29
Figura 16 computador da máquina .....	29
Figura 17 máquina ICBR DT 360.....	30
Figura 18 manual da máquina.....	31
Figura 19 fuso da máquina .....	31
Figura 20 controlador de tensão do fuso.....	32
Figura 21 parte superior do fuso .....	32
Figura 22 painel da máquina.....	32
Figura 23 ar comprimido .....	33
Figura 24 pesagem das caixas .....	33
Figura 25 elementos básicos do FMEA .....	43
Figura 26 fluxograma do FMEA .....	44
Figura 27 campos do formulário.....	48
Figura 28 relação do RPN com S, O e D. ....	54
Figura 29 planilha da implantação do FMEA .....	56
Figura 30 aparelho aspa .....	58
Figura 31 balança de precisão.....	58

Figura 32 torciômetro .....	59
Figura 33 dinamômetro .....	59
Figura 34 tacômetro .....	60
Figura 35 estroboscópio.....	60
Figura 36 tensiômetro .....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Total do investimento inicial .....	34
Tabela 2 previsão de retorno de investimento por mês. ....	35
Tabela 3 Planilha depreciação. ....	35
Tabela 4 Planilha de custo mão de obra.....	36
Tabela 5 planilha custo fixo.....	36
Tabela 6 Planilha de custo variável.....	37
Tabela 7 Planilha de custo.....	37
Tabela 8 Planilha de preço de venda.....	38
Tabela 9 Planilha de demonstração de resultado do exercício.....	39

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Resíduo anual .....	57
-------------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	Alizon Bueno
ABCQ	Associação Brasileira de Controle da Qualidade
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
D	Detecção
DECITEX	Massa em gramas de um comprimento de 10.000 m
FMEA	Análise do Modo e Efeito de Falha
NPR	Número de Prioridade de Risco
O	Ocorrência
S	Severidade
T&F	Técnicas e Ferramentas
TEX	Unidade para medida de massa linear de fibras têxteis

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	15
1 Perfil da empresa .....	17
1.1 Utilização das técnicas da qualidade .....	18
1.2 Aplicando os principais pontos da política da qualidade na empresa ...	19
1.2.1 Produtos .....	20
1.2.2 Descrição do produto.....	20
1.2.3 Aplicação .....	20
1.2.4 Comportamento de compras .....	20
1.3 Layout da produção .....	21
1.4 Máquina utilizada em nosso processo de torção .....	22
1.4.1 Máquina ICBT C300E .....	22
1.4.2 Máquina ICBT DTAR .....	26
1.4.3 Partes da máquina.....	27
1.5 Máquina ICBT DTAR 360 .....	30
1.5.1 Partes da máquina.....	31
1.6 Processo de pesagem da produção .....	33
1.7 Planilha de investimento da empresa .....	34
1.7.1 Planilha de Previsão de retorno de investimento por mês .....	35
1.7.2 Planilha de depreciação.....	35
1.7.3 Planilha de custo fixo mensal .....	36
1.7.4 Planilha de custo fixo mensal .....	36
1.7.5 Planilha de custo variável mensal.....	37
1.7.6 Planilha de custo por quilo produzido .....	37
1.7.7 Planilha preço de venda por região do Brasil .....	38
1.7.8 Planilha para demonstração de resultado do exercício (DRE) .....	39
2 O que é FMEA.....	40
2.1 Princípios.....	40
2.2 O que faz um FMEA .....	42

2.3 FMEA de processo .....	42
2.3.1 Objetivos e elementos básicos de FMEA de processo .....	43
2.3.2 Início do FMEA de processo.....	43
2.3.3 Como funciona FMEA de processo .....	44
2.4 Formulário do FMEA.....	45
2.5 Modo de falha potencial.....	46
2.6 Funcionamento do formulário do modo de falha.....	48
2.7 Preenchimento do formulário.....	49
2.8 Avaliação dos riscos .....	50
2.8.1 Severidade.....	50
2.8.2 Ocorrência .....	51
2.8.3 Detecção.....	52
2.9 Número de prioridade de risco (NPR).....	53
3 Decisões tomadas para melhoria no processo .....	54
3.1 Implantação do FMEA .....	55
3.2 Laboratório.....	57
3.3 As vantagens do FMEA .....	61
3.4 Suas limitações .....	61
4 Conclusão.....	62



## INTRODUÇÃO

As empresas vêm se tornando mais competitivas, buscando melhorias para ter o melhor atendimento dentro do prazo de entrega e com os custos baixos, com isso as empresas buscam uma gestão de produção melhor e com resultados satisfatórios tanto para o cliente como para a empresa. Visando na qualidade, encontramos técnicas que são atribuídas com conformidades ao produto final, ou seja, incluindo uma busca contínua em melhoria na qualidade e produtividade que são exigidas pelos clientes.

A nossa empresa trabalha com o processo de retorção de fios de poliéster com dupla torção, nós compramos a matéria prima e retorremos o fio para uso de diversas aplicações, como por exemplo, linhas de bordado. Nosso objetivo é reduzir os custos eliminando os erros ocorridos durante o processo de torção, melhorar a qualidade dos produtos e sermos competitivos no mercado.

Como o fio retorcido está em alta no mercado, optamos em nos aprofundar em recursos técnicos que venham nos favorecer e melhorar o processo do fio retorcido, obtendo retorno em qualidade e produtividade em relação aos concorrentes, ou seja, estamos nos conceituando em adquirir ferramentas de qualidade que se enquadre às nossas necessidades.

Considerando a importância da execução do controle de qualidade, visando facilitar este processo, apresenta-se nesse trabalho uma proposta de utilização da metodologia de FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha) para a identificação da análise, modo e o efeito da falha. Através de estudos que foram realizados durante o processo da produção, observamos que os erros estão ocorrendo e não estão sendo evitados e detectados. Então, decidimos implantar a ferramenta FMEA de Processo que irá detectar e localizar os erros ocorridos durante a produção e eliminar os índices de erros.

O FMEA é realizado através de um formulário preenchido com todas as ocorrências da máquina, sendo analisados com critérios de avaliação de (O) ocorrência, (S) severidade e (D) detecção. A decisão tomada em relação à melhoria do processo de retorção foi pela competitividade no mercado. Buscamos através da ferramenta FMEA técnicas que nos auxiliem durante todo o nosso processo e assim satisfazer os nossos clientes com produtos de alta qualidade e sem defeito algum.

## 1 Perfil da empresa

A empresa Retorção Alizon Bueno (AB) é uma empresa nacional, está situada na rua: André Stokovic nº 139, Vila Bertini Americana, fundada no dia 08 Fevereiro de 2010.

As atividades da nossa empresa estão voltadas para o mercado têxtil, nós compramos a matéria prima 100% poliéster trilobal e realizamos todo o processo de retorção com dupla torção e acabamento para uso de linhas em bordado.

A nossa empresa possui um patrimônio aproximado de R\$ 700.000,00 com venda mensal de R\$ 295.622,88. Devido à empresa ainda não atingir o nível de competitividade no mercado, estamos atendendo algumas empresas dos setores têxteis com o fornecimento de fios retorcidos para diversas aplicações, atualmente estamos com 07 funcionários atuando na empresa.

A nossa visão é reduzir os custos, melhorar o funcionamento dos maquinários aumentando a produtividade com o menor índice de erros, qualidade total no produto e sermos competitivos no mercado. Por isso, estamos buscando ferramentas técnicas para implantarmos na empresa, e assim, adquirindo também a política da qualidade, com o objetivo de satisfazer e aumentar a confiabilidade de nossos clientes.

A função da retorcedeira é dar torção no fio aumentando sua resistência e obtendo proteção no fio durante a sua aplicação.

Torção é dada através de um sistema mecânico que tem a função de torcer um determinado fio em torno de seu próprio eixo, fazendo com que este fio melhore sua resistência e suas características fiquem de primeira qualidade.

## 1.1 Utilização das técnicas da qualidade

As definições usadas para a qualidade são conceitos entendidas de diversas maneiras. Por exemplo, segundo Crosby (1990) qualidade significa conformidade com os requisitos, já para Deming, citado pela ABCQ (1996), qualidade é controle estatístico do processo (redução de variabilidade) e finalmente para Juran (2000) qualidade é a adaptabilidade ao uso.

As ferramentas da qualidade são utilizadas com o objetivo em dar suporte e solucionar problemas e tomada de decisões, ou seja, resulta em melhorias nos processos e cria ações contínuas.

Muitas empresas têm adotado as qualidades como fundamento principal em proporcionar e obter melhorias em serviços e bens, adquirindo um melhor desempenho e posicionamento no mercado.

Uma das maneiras das empresas aprimorarem seus níveis da qualidade consiste no uso apropriado de técnicas e ferramentas (T&F). Entretanto, várias das T&F da qualidade, como as sete ferramentas do controle da qualidade, não estão inteiramente integradas no dia-a-dia das empresas, sobretudo nas pequenas e médias (BAMFORD; GREATBANKS, 2005).

A qualidade dos produtos depende do modo com que a organização consegue desempenhar suas atividades básicas na cadeia de produção, isto evidencia que a qualidade do produto depende do bom gerenciamento da organização produtiva. Por isso, muitas organizações começam a perceber que a gestão da qualidade pode aumentar ainda mais sua capacidade de competir no mercado devido ao acirramento da concorrência (LEE e ZHOU, 2000; TOLEDO e CARPINETTI, 2000; YAMANAKA, 2008).

As práticas da gestão da qualidade incluem a busca contínua por oportunidades de melhoria e devem ser incorporadas à cultura organizacional de forma a fomentar um clima de cooperação e trabalho em equipe (LAZLO, 2000).

A metodologia das ferramentas é utilizada para obter um desempenho durante o processo, auxiliando e detectando os problemas e trazendo soluções. Sua Utilidade é estar identificando onde estão localizados os problemas, sua extensão e a forma mais ampla de solucioná-las, obtendo através de sistemas técnicos maneiras para concretizar e assegurar uma melhoria contínua de qualidade, por exemplo, através de gráficos, diagramas, filosofias, auxiliando em manter a qualidade do processo. Com tudo isso, podemos afirmar que é possível identificar qualquer tipo de falha e evitar problemas que possam ocorrer.

A nossa empresa AB está se conceituando e se adaptando a política da qualidade com implantação de ferramentas, visando sempre na melhoria de nossos produtos, processos e a confiabilidade de nossos clientes. Então optamos em implantar uma das ferramentas da qualidade chamada FMEA. Com essa ferramenta em ação, conseguiremos detectar falhas potenciais e evitá-las antes mesmo dela ocorrer, facilitando todo o processo durante a retorção dos fios.

## **1.2 Aplicando os principais pontos da política da qualidade na empresa**

- Ter compromisso em fornecer fios retorcidos com qualidade;
- Fios que satisfaçam nossos clientes;
- Evitar retrabalho;
- Buscar sempre melhoria contínua da qualidade;
- Ter equipe qualificada, treinada e motivada.

### **1.2.1 Produtos**

A Alizon Bueno atende a clientes segmentos têxteis, como por exemplo, linha bordado.

### **1.2.2 Descrição do produto**

Linhas 100% poliéster trilobal, de alto desempenho, para bordados eletrônicos.

### **1.2.3 Aplicação**

A linha Neon 120 pode ser usada em qualquer tipo de bordados executados por máquinas eletrônicas jacquard computadorizadas. Por sua resistência e desempenho, a linha Neon 120 são recomendadas para bordar nas mais diversas linhas de produtos, como, por exemplo: bonés, tênis, calçados e outros artigos de couro.

### **1.2.4 Comportamento de compras**

Para esse produto temos clientes e indústria que faz o tingimento, são atendidos por representante ou pelo departamento de vendas internas.

### 1.3 Layout da produção

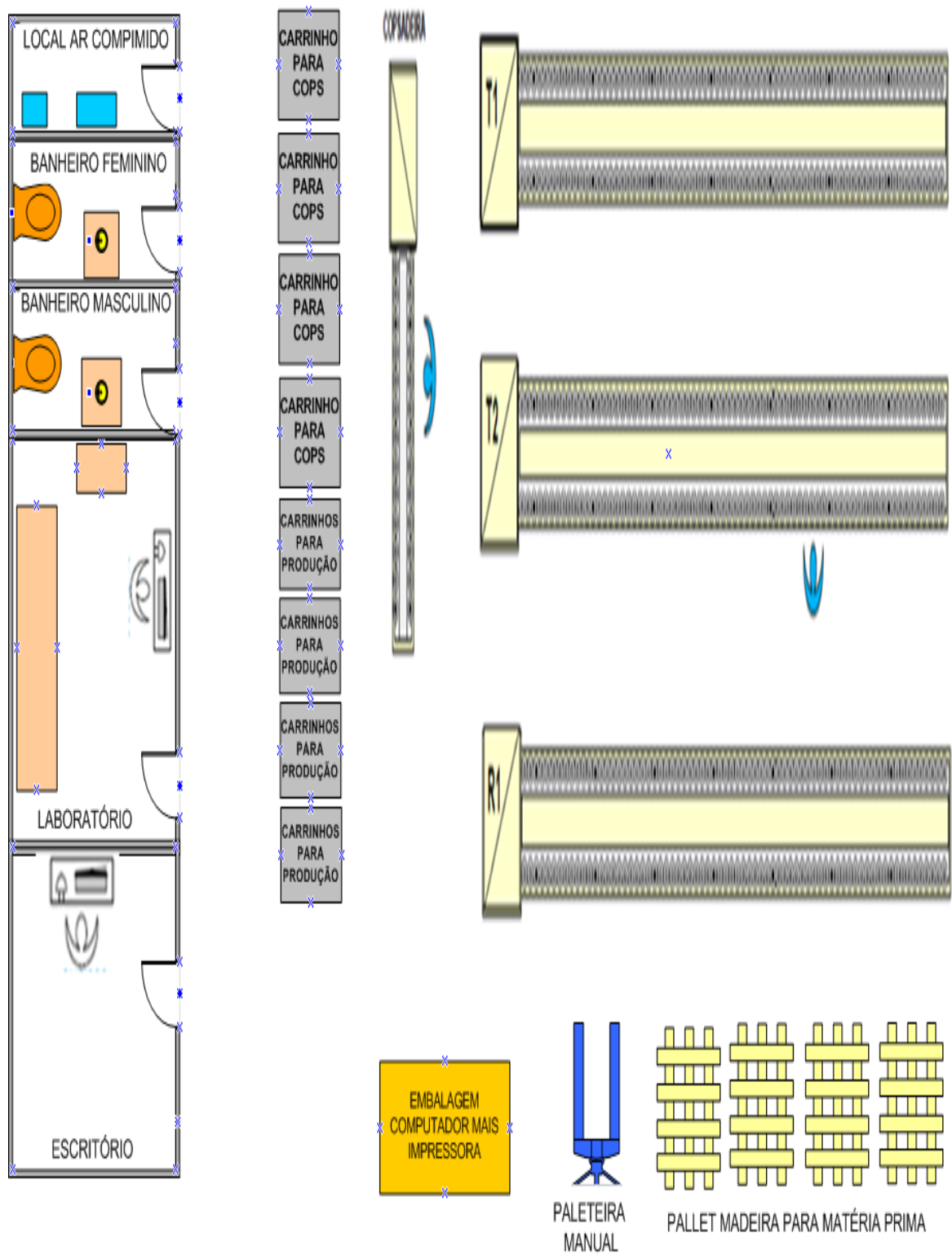


Figura 1 layout da produção. Ilustração das autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

## 1.4 Máquina utilizada em nosso processo de torção

### 1.4.1 Máquina ICBT C300E

Nº SÉRIE	MÁQUINA	VERSÃO	ANO
E 9639050.1	C300E	C300 EAN V7.0M	1997



Figura 2 máquina ICBT C300E. Ilustração das autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.





Figura 3 computador da máquina. Ilustração das autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 4 chave geral da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

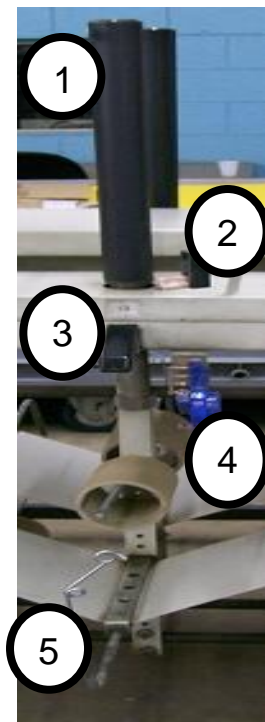


Figura 5 fuso da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

1 Fuso da máquina já com o cops;

2 Guia fio;

3 Pedal do fuso;

4 Tensor do fuso;

5 Guia – fio.

A máquina ICBT C300E possui 20 fusos tem a função de copsalar o fio transferindo da bobina para o cops, segue abaixo a figura.

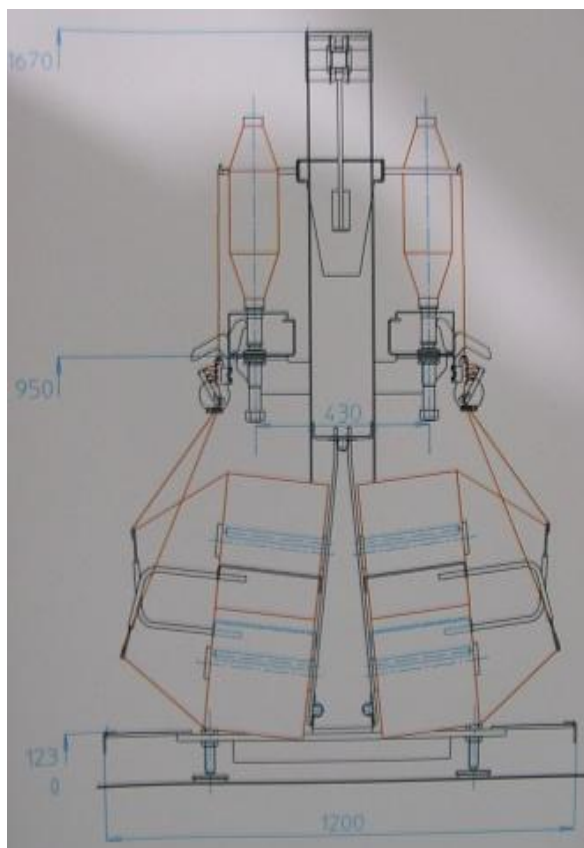


Figura 6 manual da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

Analisando a figura acima, seguir a linha vermelha, esse é o trajeto que o fio irá fazer. Essa máquina é uma máquina computadorizada, com isso podemos trabalhar vários tipos de matéria prima, ou seja, com vários títulos de fios. Para a sua programação é bem simples, seguir conforme indica o manual da máquina. Segue abaixo o modelo da planilha de regime para a programação da máquina ICBT C300E com os dados a seguir.

Os cops vazios ficam próximos a máquina copsadeira dentro do carrinho cinza.

Assim que a máquina der a arriada, os operadores buscam o carrinho e colocam os cops cheios, introduzem nos fusos os cops vazios e acionam a

máquina, após este procedimento são anotadas na placa amarela do carrinho todas as informações solicitadas.

#### 1.4.2 Máquina ICBT DTAR

Em nossa empresa possuímos 02 máquinas desse modelo.

Nº SÉRIE	MÁQUINA	VERSÃO	ANO
E9639051-2	DTAR 368	DTAR 368 V2.01M	1997



Figura 7 máquina ICBT DTAR 368. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

Essa máquina tem a função de unir e torcer o fio, ela possui 144 fusos na parte superior e 72 fusos na parte inferior, ou seja, colocamos 02 cops na parte superior unindo-os, enquanto o fio passa pelo processo de torção. A torção pode ser em S ou z isso depende da aplicação do produto, em nosso caso é para linha de costura então utilizamos a primeira torção em S.

Segue abaixo uma figura que mostra o processo feito pela máquina computadorizada, seguir a linha vermelha.

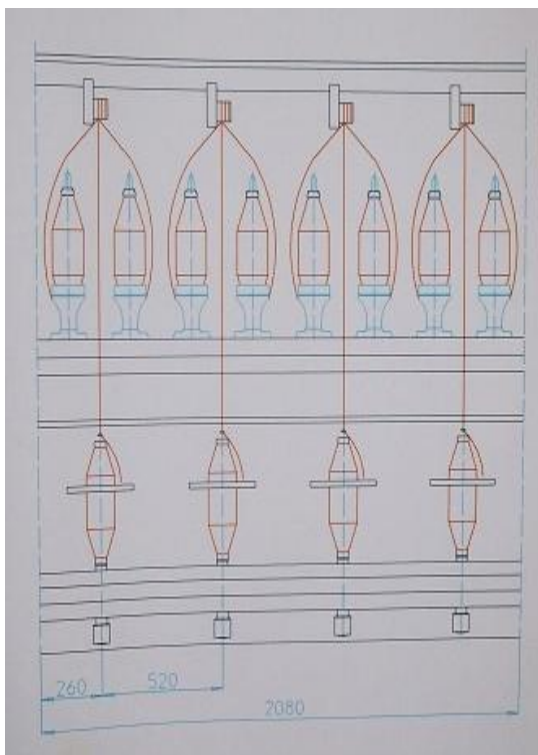


Figura 8 manual da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

### 1.4.3 Partes da máquina

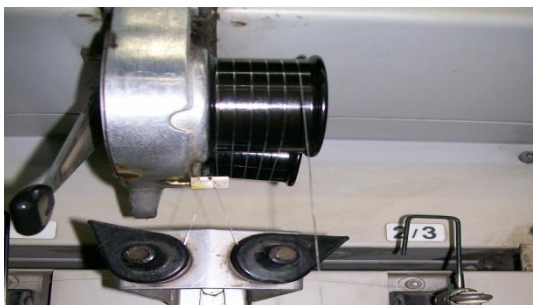


Figura 9 sobrealimentador. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 10 cops no fuso. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

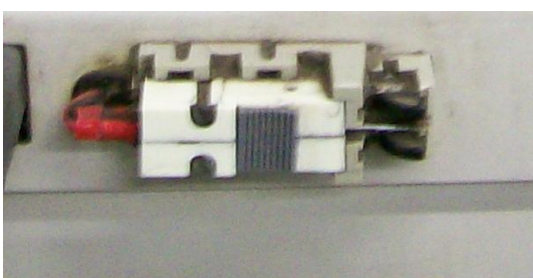


Figura 11 sensor de parada. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 12 anel do fuso. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 13 pedal de acionamento do fuso. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 14 magazine da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 15 local do ar comprimido. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 16 computador da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



## 1.5 Máquina ICBT DTAR 360

Em nossa empresa possuímos 01 máquina desse modelo.

N° SÉRIE	MÁQUINA	VERSÃO	ANO
E9639052-1	DT 360	DT 368 V2.01M	1997



Figura 17 máquina ICBR DT 360. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

A máquina ICBT DT 360 não é computadorizada é uma máquina que finaliza a torção em Z, pois trabalhamos com linha de costura.



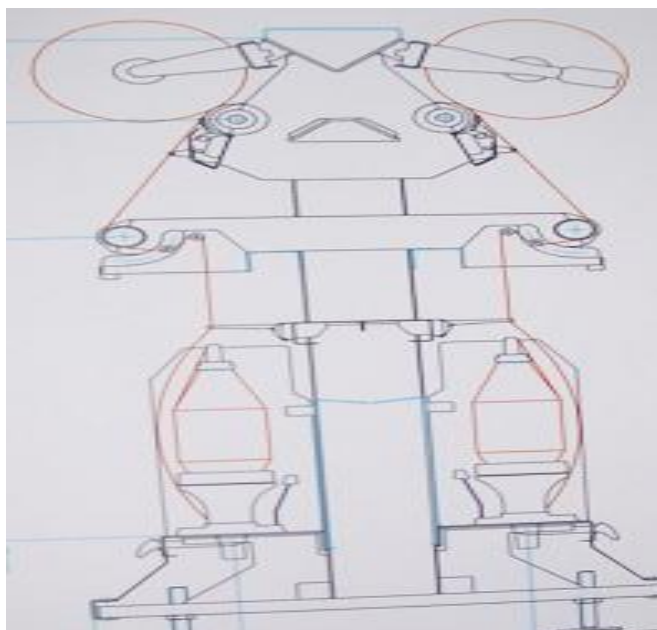


Figura 18 manual da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

### 1.5.1 Partes da máquina



Figura 19 fuso da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 20 controlador de tensão do fuso. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

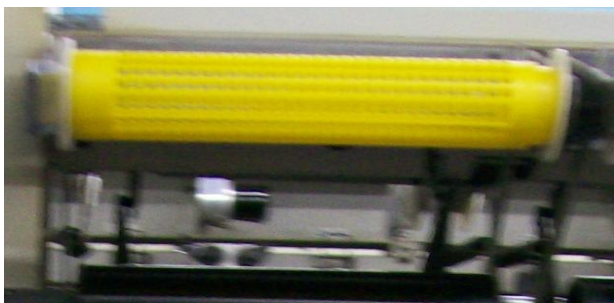


Figura 21 parte superior do fuso. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 22 painel da máquina. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.



Figura 23 ar comprimido. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil

## 1.6 Processo de pesagem da produção

O ajudante de produção após finalizar toda a produção em caixas, leva até o local de pesagem, passam as caixas na balança, imprime a etiqueta e cola na caixa.



Figura 24 pesagem das caixas. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

## 1.7 Planilha de investimento da empresa

A nossa empresa Alizon Bueno fez um investimento de R\$ 684.334,00 para iniciar as suas atividades.

Tabela 1 Total do investimento inicial

<b>Total do investimento inicial</b>					
INVESTIMENTO	Comprado em:		Valor Pago R\$	Quant.	TOTAL
	Mês	Ano			
Máquinas e Componentes					
MÁQUINA ICBT C300E	6	2010	R\$ 100.000,00	1	R\$ 100.000,00
MÁQUINA ICBT DT 360	6	2010	R\$ 200.000,00	1	R\$ 200.000,00
MÁQUINA ICBT DTAR 368	6	2010	R\$ 180.000,00	2	R\$ 360.000,00
COMPRESOR COMPLETO	6	2010	R\$ 7.020,00	1	R\$ 7.020,00
COMPUTADOR + IMPRESSORA DE ETIQUETAS	6	2010	R\$ 1.000,00	1	R\$ 1.000,00
CARRINHOS PARA COPS	6	2010	R\$ 200,00	4	R\$ 800,00
CARRINHOS PARA PRODUÇÃO	6	2010	R\$ 120,00	4	R\$ 480,00
PALETERIRAS DE MADEIRA	6	2010	R\$ 15,00	4	R\$ 60,00
PALETEIRA MANUAL	6	2010	R\$ 725,00	1	R\$ 725,00
ARMÁRIO PARA POP E FERRAMENTAS	6	2010	R\$ 800,00	1	R\$ 800,00
IMPRESSORA	6	2010	R\$ 1.050,00	1	R\$ 1.050,00
COMPUTADORES	6	2010	R\$ 1.000,00	2	R\$ 2.000,00
ASPA	6	2010	R\$ 1.100,00	1	R\$ 1.100,00
DINAMOMETRO	6	2010	R\$ 6.000,00	1	R\$ 6.000,00
BALANÇA DE PRECISÃO	6	2010	R\$ 1.299,00	1	R\$ 1.299,00
TORCIOMETRO	6	2010	R\$ 500,00	1	R\$ 500,00
TENCIOMÉTRO	6	2010	R\$ 500,00	1	R\$ 500,00
ESTROBOSCÓPIO	6	2010	R\$ 1.000,00	1	R\$ 1.000,00
<b>TOTAL INVESTIDO</b>					<b>R\$ 684.334,00</b>

### 1.7.1 Planilha de Previsão de retorno de investimento por mês

Tabela 2 Previsão de retorno de investimento por mês.

<b>CUSTO DO INVESTIMENTO</b>					
<b>CUSTO DO INVESTIMENTO</b>		<b>R\$ 684.334,00</b>		<b>AMORTIZAÇÃO</b>	<b>SALDO FINANCIAMENTO</b>
<b>Mês</b>	<b>Valor parcela</b>	<b>Juros</b>			
mar/10	R\$ 58.898,18	R\$ 3.421,67		R\$ 55.476,51	R\$ 628.857,49
abr/10	R\$ 58.898,18	R\$ 3.144,29		R\$ 55.753,89	R\$ 573.103,60
mai/10	R\$ 58.898,18	R\$ 2.865,52		R\$ 56.032,66	R\$ 517.070,94
jun/10	R\$ 58.898,18	R\$ 2.585,35		R\$ 56.312,83	R\$ 460.758,11
jul/10	R\$ 58.898,18	R\$ 2.303,79		R\$ 56.594,39	R\$ 404.163,72
ago/10	R\$ 58.898,18	R\$ 2.020,82		R\$ 56.877,36	R\$ 347.286,36
set/10	R\$ 58.898,18	R\$ 1.736,43		R\$ 57.161,75	R\$ 290.124,61
out/10	R\$ 58.898,18	R\$ 1.450,62		R\$ 57.447,56	R\$ 232.677,05
nov/10	R\$ 58.898,18	R\$ 1.163,39		R\$ 57.734,79	R\$ 174.942,26
dez/10	R\$ 58.898,18	R\$ 874,71		R\$ 58.023,47	R\$ 116.918,79
jan/11	R\$ 58.898,18	R\$ 584,59		R\$ 58.313,59	R\$ 58.605,20
fev/11	R\$ 58.898,18	R\$ 293,03		R\$ 58.605,15	R\$ 0,05
<b>Total</b>	<b>R\$ 706.778,16</b>	<b>R\$ 22.444,21</b>		<b>R\$ 684.333,95</b>	
<b>Total com juros</b>		<b>R\$ 706.778,16</b>			
<b>Parcela fixa dividida em 12 meses</b>		<b>R\$ 1.870,35</b>			

### 1.7.2 Planilha de depreciação

Tabela 3 Planilha depreciação.

<b>DEPRECIÇÃO</b>	<b>Comprado em:</b>		<b>Valor Pago R\$</b>	<b>Quant.</b>	<b>Durabilidade em anos</b>	<b>Substituir em</b>		<b>Depreciação Mensal</b>
	<b>Mês</b>	<b>Ano</b>				<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	
MÁQUINA ICBT C300E	2	2010	R\$ 100.000,00	1	10	2	2020	R\$ 875,00
MÁQUINA ICBT DT 360	2	2010	R\$ 200.000,00	1	10	2	2020	R\$ 1.750,00
MÁQUINA ICBT DTAR 368	2	2010	R\$ 180.000,00	2	10	2	2020	R\$ 3.150,00
COMPRESOR COMPLETO	2	2010	R\$ 7.020,00	1	10	2	2020	R\$ 61,43
COMPUTADOR + IMPRESSORA DE ETIQUETAS	2	2010	R\$ 1.000,00	1	10	2	2020	R\$ 8,75
CARRINHOS PARA COPS	2	2010	R\$ 200,00	4	20	2	2030	R\$ 3,50
CARRINHOS PARA PRODUÇÃO	2	2010	R\$ 120,00	2	20	2	2030	R\$ 1,05
CARRINHOS PARA ESTOPA E DIAFLEX	2	2010	R\$ 120,00	2	20	2	2030	R\$ 1,05
PALETERIRAS DE MADEIRA	2	2010	R\$ 15,00	10	20	2	2030	R\$ 0,66
PALETEIRA MANUAL	2	2010	R\$ 725,00	1	10	2	2020	R\$ 6,34
ARMÁRIO PARA POP E FERRAMENTAS	2	2010	R\$ 800,00	1	20	2	2030	R\$ 3,50
IMPRESSORA	2	2010	R\$ 1.050,00	1	5	2	2015	R\$ 18,38
COMPUTADORES	2	2010	R\$ 1.000,00	2	5	2	2015	R\$ 35,00
ASPA	2	2010	R\$ 1.100,00	1	10	2	2020	R\$ 9,63
DINAMOMETRO	2	2010	R\$ 6.000,00	1	10	2	2020	R\$ 52,50
BALANÇA DE PRECISÃO	2	2010	R\$ 1.299,00	1	10	2	2020	R\$ 11,37
TORCIOMETRO	2	2010	R\$ 500,00	1	10	2	2020	R\$ 4,38
TENCIOMÉTRO	2	2010	R\$ 500,00	1	10	2	2020	R\$ 4,38
ESTROBOSCÓPIO	2	2010	R\$ 1.000,00	1	10	2	2020	R\$ 8,75
<b>TOTAL</b>								<b>R\$ 6.005,64</b>

## 1.7.3 Planilha de custo fixo mensal

Tabela 4 Planilha de custo mão de obra

<b>CUSTO DA MÃO-DE-OBRA</b>			
<b>Função</b>	<b>Qtde</b>	<b>Salário</b>	<b>Total</b>
LIDER DE PCP/Vendas / faturamento	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
LIDER DE PRODUÇÃO	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
MECÂNICO	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
OPERADOR DE MÁQUINA	3	R\$ 815,00	R\$ 2.445,00
AUXILIAR DE PRODUÇÃO	1	R\$ 700,00	R\$ 700,00
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>		<b>R\$ 7.045,00</b>

<b>Encargos Trabalhistas e sociais - FUNCIONÁRIOS / POR MÊS</b>	
<b>Descrição</b>	<b>Total</b>
Previsão de 13º salário	R\$ 587,08
Previsão de Férias + 1/3	R\$ 782,78
INSS	R\$ 2.524,46
Fundo de garantia FGTS + multa rescisória	R\$ 1.009,78
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 4.904,10</b>

<b>TOTAL DE CUSTO DA FOLHA DE PAGAMENTO MENSAL</b>	<b>R\$ 11.949,10</b>
--	----------------------

## 1.7.4 Planilha de custo fixo mensal

Tabela 5 planilha custo fixo.

<b>CUSTO FIXO</b>	
<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Mensalidade Audaces	R\$ 150,00
Depreciação	R\$ 6.005,64
Materiais de escritório e higiene	R\$ 300,00
Aluguel	R\$ 1.500,00
Água	R\$ 250,00
juros sobre financiamento	R\$ 1.870,35
Mão-de-obra	R\$ 11.949,10
<b>Total</b>	<b>R\$ 22.025,09</b>

<b>CUSTO FIXO POR QUILO</b>
R\$ 2,33
R\$ 13,87



### 1.7.5 Planilha de custo variável mensal

Tabela 6 Planilha de custo variável.

<b>CUSTO VARIÁVEL</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Qtde</b>	<b>Preço unit</b>
MATÉRIA - PRIMA	1	R\$ 8,00
DIAFLEX	1	R\$ 0,53
CAIXA	1	R\$ 3,00
ETIQUETA	1	R\$ 0,0009
SAQUINHOS	1	R\$ 0,0008
RIBBON	1	R\$ 0,0010
<b>TOTAL POR QUILO</b>		<b>R\$ 11,53</b>

### 1.7.6 Planilha de custo por quilo produzido

Tabela 7 Planilha de custo.

<b>CUSTO</b>	
<b>Descrição</b>	<b>Total</b>
<b>Custo variável</b>	<b>R\$ 11,53</b>
<b>Custo fixo</b>	<b>R\$ 2,33</b>
<b>CUSTO TOTAL (QUILO)</b>	<b>R\$ 13,87</b>

## 1.7.7 Planilha preço de venda por região do Brasil

Tabela 8 Planilha de preço de venda.

<b>PREÇO DE VENDA</b>			
<b>Preço de custo</b>	<b>R\$</b>	<b>13,87</b>	
imposto sobre venda	SP	SS	NN
icms	18	12	7
cofins	7,6	7,6	7,6
pis	1,65	1,65	1,65
CSLL	0,5	0,5	0,5
ir	1,38	1,38	1,38
	29,13	23,13	18,13
encargos			
frete	3	3	3
comissão	5	5	5
custo financeiro	3,8	3,8	3,8
margem de lucro	20	20	20
Total	0,6093	0,5493	0,4993
<b>PV</b>	<b>35,49</b>	<b>30,77</b>	<b>27,69</b>



## 1.7.8 Planilha para demonstração de resultado do exercício (DRE)

Tabela 9 Planilha de demonstração de resultado do exercício.

<b>DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO (DRE)</b>			
<b>RECEITA BRUTA</b>			
(+) Vendas	<b>9440</b>	R\$	295.622,88
(-) Custo variável		R\$	108.868,69
(-) Impostos		R\$	69.353,13
(-) encargos		R\$	34.883,50
<b>(=) RECEITA LÍQUIDA</b>		<b>R\$</b>	<b>82.517,56</b>
<b>DESPEASAS</b>			
(-) Mensalidade Audaces		R\$	150,00
(-) Depreciação		R\$	6.005,64
(-) Materiais de escritório e higiene		R\$	300,00
(-) Aluguel		R\$	1.500,00
(-) Água		R\$	250,00
(-) juros sobre financiamento		R\$	1.870,35
(-) Mão-de-obra		R\$	11.949,10
<b>(=) TOTAL DE DESPESAS</b>		<b>R\$</b>	<b>22.025,09</b>
<b>(=) LUCRO LÍQUIDO MENSAL</b>			
		<b>R\$</b>	<b>60.492,47</b>
<b>ML</b>			<b>20%</b>

## 2 O que é FMEA

A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha (FMEA) é uma ferramenta técnica analítica utilizada e administrada por engenheiro para garantir que toda a extensão dos modos de falha e causas seja localizada e possivelmente considerada. De forma rigorosa, o FMEA torna-se um conteúdo de informações de conhecimento do engenheiro (atribuindo análises de um determinado produto/processo que possivelmente poderiam falhar, baseando-se em resultados passados) de forma que um produto ou processo será desenvolvido.

A criação foi feita pela NASA, seu uso foi introduzido em uma indústria automobilística, iniciando com o FMEA de Processo e sendo utilizado por indústria de diversos ramos, como por exemplo: alimentícia, química, automotiva, etc. O FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) é utilizado com o objetivo de reduzir as falhas de produtos ou processos existentes, reduzindo também a probabilidade das falhas em determinados processos de produção.

### 2.1 Princípios

O FMEA se baseia em 05 princípios fundamentais e duas perguntas indispensáveis:

- Participação e autorização da Gerência
- Atuação de uma equipe, o FMEA jamais deve ser elaborado ou aplicado somente por uma pessoa, o projeto deverá ser realizado em reunião por um grupo de pessoas envolvendo todos os responsáveis de cada setor da empresa.
- Relações de causas e efeitos

- Definição e exigência do Cliente
- Melhoria Contínua
- Qual o erro que poderá ocorrer durante o processo?
- Se algo sair errado no processo (peça ou componente), qual a probabilidade de ocorrer, e qual a sua conseqüência?

A realização de um FMEA deve ser feita por uma equipe multifuncional. Em reuniões deverão ser discutidas as relações entre alterações e modificações do projeto de FMEA, sendo indispensável à presença de todos os responsáveis de cada área produtiva, como a área da qualidade, engenharia de produto, produção e administrativa, sendo útil para obter informações necessárias para elaboração e criação do FMEA.

Diante das reclamações dos clientes ou problemas que surgem da produção em relação da qualidade do produto, deverão ser criadas novas reformulações no documento como método de reduzir ou eliminar os índices de falhas que são provocadas durante o processo da produção.

O intuito das reuniões do FMEA deve ser freqüente, visando uma melhoria e reconhecimento de novas FMEAS como função de elaborar e inserir novas modificações do projeto FMEA.

Análise dos Modos de Falhas e Efeito – Fmea (Failure Mode And Effect Analysis) é um método estruturado e formalmente documentado, que permitem prevenirem falhas e analisar os riscos e a criticidade de um processo, ou de seus eventos, através da identificação de causas e efeitos e da conseqüente utilização de mecanismos ou ações para inibir as falhas potenciais "(RODRIGUES, 2004: p.148)".

## 2.2 O que faz um FMEA

O FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) visa em detectar e identificar os erros que são ocasionados durante todo o processo. É feita uma inspeção em todas as peças, componentes da máquina e em suas especificações. A partir daí, é verificado os modos de falhas que são relacionados através de dados e formulários, atribuindo todas as correções possíveis no processo.

Para todos os modos de falha detectados, devem ser relatadas as causas de sua ocorrência e os efeitos que irão acarretar problemas ao cliente. É necessário fazer uma avaliação de todos os clientes que estão envolvidos, de início dar preferência a todos àqueles que exigem um critério maior nos produtos.

Modos de Falhas.

- A sua função é identificar as falhas e fazer a classificação de seus efeitos.
- Identificação das características especiais (significativas e críticas).
- Fazer a classificação das possíveis deficiências do projeto ou processo.
- Auxilia em prevenir e eliminar problemas durante todo o processo ou projeto.

## 2.3 FMEA de processo

Para o FMEA de Processo é utilizada uma técnica por uma equipe responsável da fabricação do produto, com a obrigação de assegurar que falhas e suas causas ocorridas serão consideradas e atuadas com procedimentos adequados para cada tipo de ocorrência.

### 2.3.1 Objetivos e elementos básicos de FMEA de processo

- Identifica as possíveis causas e tipos de falha relacionada ao produto.
- Avalia todos os efeitos potenciais voltada ao cliente.
- Identifica e detecta as causas durante o processo de fabricação do produto, facilitando na identificação e solução de eliminar e reduzir as ocorrências.
- Ações corretivas, que são elaboradas através de formulários ou listas, que identificam os tipos de falhas potenciais.
- Valida toda a documentação obtida através dos resultados do processo.

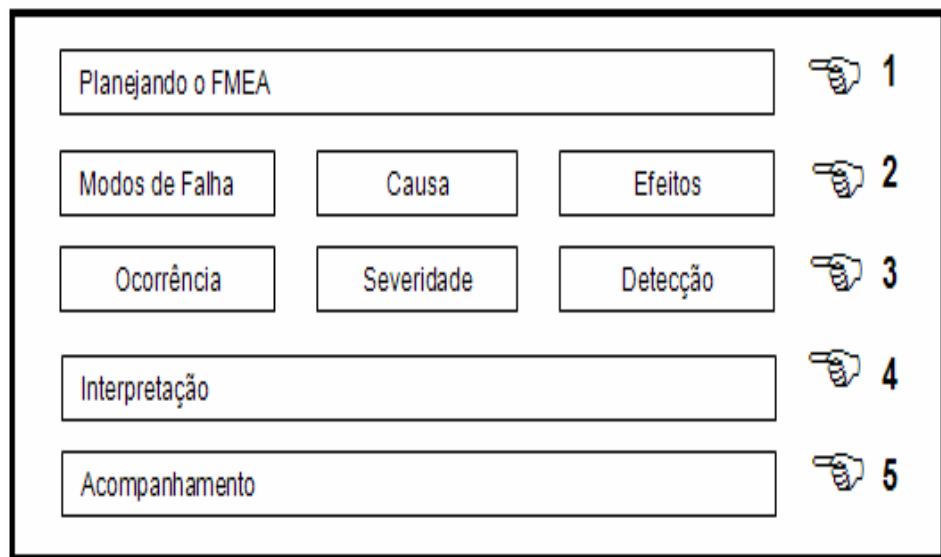


Figura 25 elementos básicos do FMEA

Fonte: FMEA Análise dos Modos de Falha e Efeitos, IMAM, pág. 8.

### 2.3.2 Início do FMEA de processo

Para iniciar o Processo de FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), deve-se primeiramente iniciar-se com um fluxograma que será seguido por avaliações de risco durante o processo. No fluxograma deverá conter informações para a identificação do processo e produto que serão associadas a cada operação.

Para Toledo e Amaral (2006, p.02).

Em uma FMEA de processo são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar as falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto.

### 2.3.3 Como funciona FMEA de processo

Para a elaboração do FMEA utiliza-se o fluxograma como início de um novo estudo do processo.

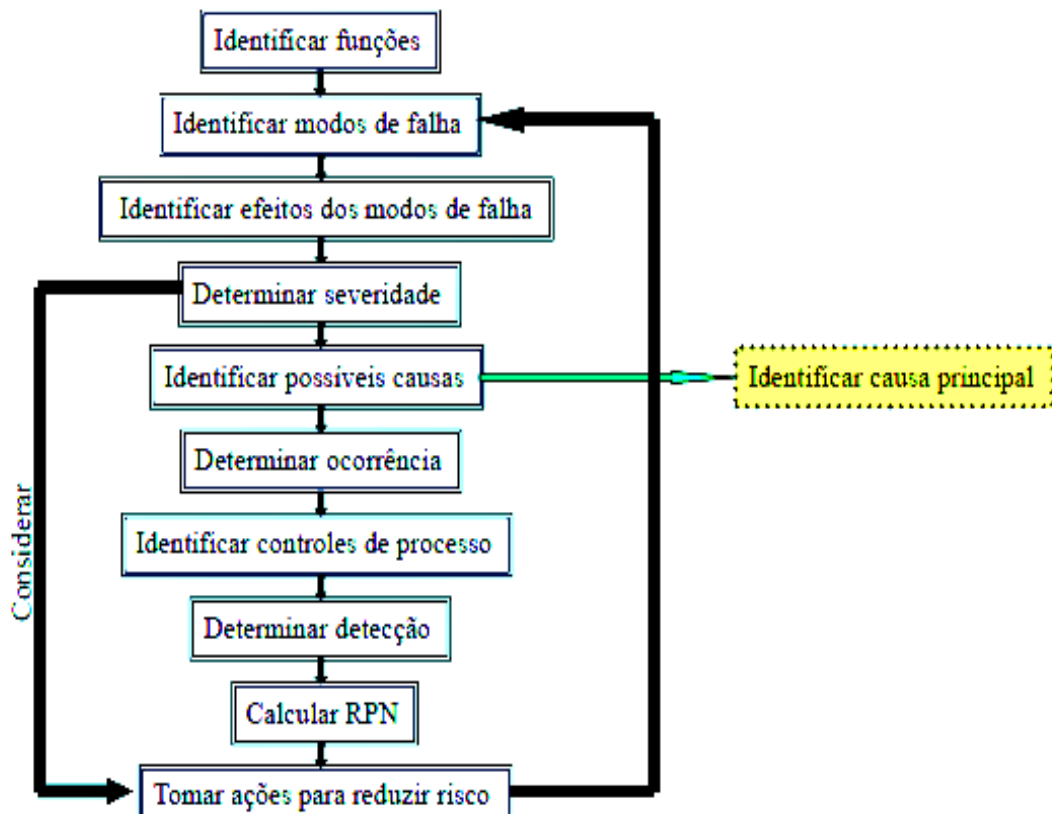


Figura 26 fluxograma do FMEA

Fonte: Flávio Fogliatto Manutenção & Confiabilidade

Na figura 26, pode-se observar que para obter um bom resultado de funcionamento da FMEA de processo, tem que segui-lo corretamente.

Entendemos pela figura que devem ser identificados todo o processo do componente do sistema, a importância de definição e limitação dos níveis de análise pretendidos. A definição do critério deverá ser utilizada em análises. Depois de fazer todos os levantamentos e avaliações de todo o processo, é feito às seleções dos que serão analisados.

## 2.4 Formulário do FMEA

Para facilitar as análises de FMEA, é necessário desenvolver um formulário e documentar todas as informações das falhas e suas ocorrências.

Segundo *Helman e Andrey* (1995), o desenvolvimento do FMEA é fortemente documentado, e permite:

- Padronizar procedimentos;
- Fazer um registro histórico de análise de falhas, que poderá posteriormente ser usada em outras revisões de produtos ou processos; e no encaminhamento de ações corretivas similares;
- Selecionar e priorizar projetos de melhoria que deverão ser conduzidos.

A estruturação do formulário é composta por colunas podendo assim observar sua definição. Ela se baseia em perguntas que são elaboradas por cada integrante da equipe, servindo como base para a formulação de novas idéias e estratégias de melhoria durante o processo. É feita uma discussão e elaboradas algumas questões seguindo uma seqüência para as respostas, ou seja, as

perguntas que são elaboradas nas colunas do formulário de processo são respondidas devidamente para cada situação encontrada.

A análise FMEA é uma ferramenta muito mais que apenas um preenchimento de formulário, a sua importância está relacionada em discussões e reflexões dos integrantes do grupo, as falhas potenciais que ocorrem no processo ou produto, as idéias e ações definidas de melhoria pela equipe. Primeiramente para aplicação de uma análise FMEA de processo é formado um grupo de cinco ou até seis pessoas, cada uma representando o seu setor de trabalho. O grupo se encarregará em definir a característica do processo ou produto definindo todos os tipos de falhas e suas causas e efeitos, relatando todas as medidas de detecção e prevenção da falha.

Através de serem relacionados às falhas, as ocorrências, as causas e seus efeitos são realizadas avaliações atribuindo os índices para análise de risco e através destes riscos discutirem medidas de melhorias para o processo.

## **2.5 Modo de falha potencial**

A técnica da Análise do Modo de Falha e Efeitos (FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis*) foi utilizada pela primeira vez pela indústria aeronáutica na década de 1960 na análise da segurança de aeronaves e, desde então, seu uso se expandiu para os mais diversos setores industriais (VILLEMEUR, 1992).

Segundo *Capaldo, Guerrero e Rozenfeld* (2003) a FMEA é uma ferramenta que através de estudos de potenciais defeitos e ações de melhoria, busca evitar que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. O objetivo básico desta técnica é detectar problemas, antes que se produza uma peça defeituosa, aumentando significativamente a confiabilidade do processo.



O objetivo da FMEA é identificar as características do produto ou serviço que são críticas para vários tipos de falhas. É um meio de identificar as falhas antes que aconteçam, por meio de um procedimento de verificação, bloqueando-as (SLACK); (CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Segundo *Helman & Andrey* (1995) este método possibilita melhorias nos sistemas, mediante a detecção de pontos problemáticos, relacionando as falhas nos elementos do subsistema com suas conseqüências no sistema como um todo, e são aplicáveis nas seguintes situações:

- Na melhoria de um produto já existente ou processo já em operação, a partir da identificação das causas das falhas ocorridas e seu posterior bloqueio;
- Na detecção e bloqueio de causas de falhas potenciais (antes que aconteçam) em produtos ou processos já em operação;
- Na detecção e bloqueio das causas de falhas potenciais (antes que aconteçam) em produtos ou processos, ainda na fase de projeto.

A figura a seguir mostra como é feito o preenchimento do formulário para as análises dos modos e efeitos de falha.

## 2.6 Funcionamento do formulário do modo de falha

F.M.E.A. - ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHA												UNEG/DIVISÃO					
① <input type="checkbox"/> PROJETO <input type="checkbox"/> PROCESSO												FOLHA DE					
CLIENTE/REF ②		APLICAÇÃO			ÁREAS ENVOLVIDAS				DATA DA ELABORAÇÃO								
DATA ULT. REV. PROJ.		PRODUTO/PROCESSO			FORNECEDOR				DATA DA PRÓXIMA REVISÃO								
#	NOME DO COMPONENTE/PROCESSO	FUNÇÃO DO COMPONENTE/PROCESSO	FALHAS POSSÍVEIS			ATUAL				AÇÃO		RESULTADO					
			MODO	EFEITOS	CAUSAS	CONTROLES ATUAIS	ÍNDICES				Recomendações	Tomada	ÍNDICES REVISITOS				Responsável
							O	G	D	R			O	G	D	R	
③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA			GRAVIDADE			DETEÇÃO				RISCO							
IMPROVÁVEL ----- = 1 MUITO PEQUENA ----- = 2 a 3 MODERADA ----- = 4 a 6 ALTA ----- = 7 a 8 ALARMANTE ----- = 9 a 10			APENAS PERCEPTÍVEL ----- = 1 POUCO IMPORTÂNCIA ----- = 2 a 3 MODERADAMENTE GRAVE ----- = 4 a 6 GRAVE ----- = 7 a 8 EXTREMAMENTE GRAVE ----- = 9 a 10			ALTA ----- = 1 MODERADA ----- = 2 a 3 PEQUENA ----- = 4 a 6 MUITO PEQUENA ----- = 7 a 8 IMPROVÁVEL ----- = 9 a 10				BAIXO ----- = MODERADO ----- = ALTO ----- =							

Figura 27 campos do formulário  
 Fonte: Helman e Andrey (1995: p.30).

## 2.7 Preenchimento do formulário

- A primeira identificação corresponde à análise que será realizada, ou seja, se é análise de FMEA de processo ou produto.
- Serve para informações básicas facilitando a identificação da FMEA.
- Itens que serão considerados e nomeados.
- Nome do equipamento (máquina) ou nomenclatura utilizado pela empresa que será executado o processo.
- Descrição de funcionamento do componente ou peças que serão realizados durante o processo.
- Modo de falha, tudo aquilo que ocorre no processo provocando a diminuição da função de produtividade.
- Efeito da falha, formas e problemas que causa desagrado ao cliente.
- Causa da falha, com o funcionamento da produção surgem os aparecimentos de falha.
- Controles diários atualizados durante todo o processo.
- Ocorrência de uma causa de falha.
- Avaliação da gravidade do efeito da falha sobre o cliente.
- Análise de detecção do modo de falha e efeito, probabilidade de detectar a falha antes de chegar ao cliente.
- Análise de risco. Avaliação dos três índices: ocorrência, gravidade e detecção.
- Ações Recomendadas. Ações que deverão ser feitas para bloquear a falha ou evitá-la, diminuindo sua gravidade ou ocorrência.
- Ações preventivas adquiridas. Medidas que serão efetivas e totalmente aplicadas.

## 2.8 Avaliação dos riscos

As avaliações de risco são elaboradas pelo grupo através da severidade, ocorrência e detecção para cada falha, respeitando a cada critério previamente definido. O critério de severidade é apresentado por tabelas, sendo utilizada uma especificação adequada para cada critério de severidade.

### 2.8.1 Severidade

Severidade (S): é uma apreciação de quão sério é o efeito do modo de falha potencial no seu cliente. O cliente, neste caso, poderia ser a próxima operação, subseqüentes operações, ou o usuário final. (TREINAMENTO SEIS SIGMAS DA THYSSENKRUPP..., 2006). Veja a tabela a seguir:

Tabela 12 – Severidade.

SEVERIDADE		
Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorre
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente
9 10	Muito Alta	Idem ao anterior, porém, afeta a segurança

Fonte: OGERENTE, 2009

## 2.8.2 Ocorrência

A ocorrência é uma estimativa de escala que vai de 1 a 10, a numeração 1 significa uma chance remota do modo de falha ocorrer enquanto o número 10 indica a ocorrência da falha. São utilizados vários critérios de avaliações para medir e definir a escala de ocorrências.

As formas possíveis de reduzir os índices de ocorrência consistem através de controles ou intensificar a prevenção das causas e até mesmo realizar alterações no processo.

Para *Helman e Andery* (1995) O Índice de Ocorrência “é uma estimativa das probabilidades combinadas de ocorrência de uma causa de falha, e dela resulta o tipo de falha no produto/processo”

Tabela 13 – Ocorrência

OCORRÊNCIA			
Índice	Ocorrência	Proporção	Cpk
1	Remota	1:1.000.000	Cpk > 1,67
2	Pequena	1:20.000	Cpk > 1,00
3		1:4.000	
4	Moderada	1:1000	Cpk < 1,00
5		1:400	
6		1:80	
7	Alta	1:40	
8		1:20	
9	Muito Alta	1:8	
10		1:2	

Fonte: OGERENTE, 2009

### 2.8.3 Detecção

A detecção tem como significado em detectar o modo de falha ou a sua causa, sua estimativa de detecção é controlada através de uma escala numerada de 1 a 10. O número 1 é considerado que as causas ou falhas serão detectadas antes mesmo do produto final chegar ao cliente, já o número 10 indicará a detecção após sofrer reclamação do cliente e assim adquirindo conhecimento do problema para evitá-lo futuramente.

Detecção: é uma avaliação da probabilidade que é feita para a detecção durante o controle de processo, sua função é detectar a causa ou o mecanismo potencial, detectar uma falha antes que algum componente pare com seu funcionamento.

Tabela 14 – Detecção

DETECÇÃO		
Índice	Detecção	Critério
1 2	Muito grande	Certamente será detectado
3 4	Grande	Grande probabilidade de ser detectado
5 6	Moderada	Provavelmente será detectado
7 8	Pequena	Provavelmente não será detectado
9 10	Muito pequena	Certamente não será detectado

Fonte: OGERENTE, 2009

## 2.9 Número de prioridade de risco (NPR)

O NPR é o produto de notas que são adquiridos pelos índices de Severidade, Ocorrência e Detecção. Com todas estas informações fornecidas pelas tabelas, é o momento de calcular o Número de Prioridade de Risco (NPR).

$$\text{NPR} = S \times O \times D$$

Durante o FMEA de Processo, estes valores serão utilizados como notas de prioridades e estabelecendo a criticidade para cada produto. A escala usada para o NPR estará entre 1 e 1000, no caso de NPR's altos devem ser estabelecidas ações corretivas a fim de reduzir o risco calculado.

O seguinte passo é estabelecer as ações que serão tomadas como prevenção e eliminação do que poderia sair errado. É recomendada a realização destas ações com o objetivo de estar prevenindo quaisquer problemas potenciais, reduzindo a severidade ou efeito e aumentando a detecção destes problemas.

Primeiro objetivo das ações é sempre reduzir os riscos, e com isso aumentará a satisfação e a confiabilidade do cliente através de melhorias do processo, lembrando que, a prioridade é a eliminação do Modo de Falha.

Para os casos de altas severidades, o ideal, em questão de melhoria é atendê-la primeiramente mesmo constando o NPR de prioridade menor, pois nesses casos o modo de falha poderá prejudicar e colocar o usuário em perigo, ou seja, o cliente com insatisfação do produto.

Com as prioridades estabelecidas para todos os tipos de falhas que possuem o índice maior de risco deverão ser dirigidas por ações corretivas. O objetivo destas ações é recomendado para reduzir os índices de severidade, ocorrência ou detecção.

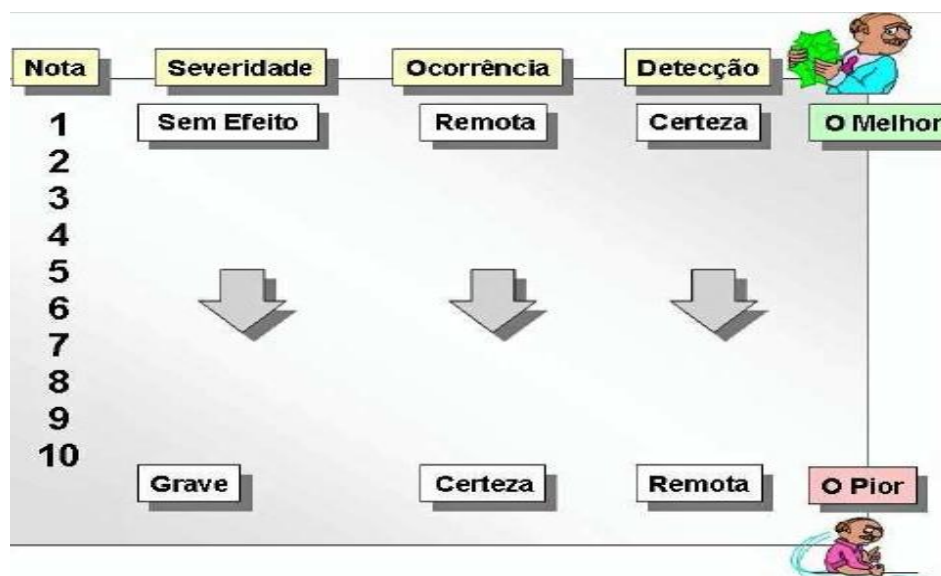


Figura 28 relação do RPN com S, O e D.  
Fonte: Treinamento Seis Sigma... (2006).

### 3 Decisões tomadas para melhoria no processo

Com a competitividade no mercado, buscamos através de ferramentas de qualidade, técnicas que nos auxiliem durante todo o nosso processo de produtividade. A empresa Retorção Alizon Bueno, iniciou suas atividades com uma produção de 6.000 quilos mensais, sem possuir técnica alguma para análises de falhas e política da qualidade.

Buscamos então nos aprimorarmos ao mercado, ou seja, mudar o processo de trabalho, qualidade, melhorar a produtividade, atendendo aos nossos clientes com mais confiabilidade em nossos produtos. A melhor opção foi buscar conhecimento de ferramentas que favoreçam a qualidade do produto durante o todo o processo de torção, adotando também a política da qualidade.

A decisão de implantarmos uma ferramenta foi para melhorar o nosso processo na produção e atender aos nossos clientes e ao mercado, produzindo produtos que realmente venham satisfazê-los. Nosso objetivo agora é explorar as ferramentas que se encaixará em nossa empresa, com intuito de permanecer com



nossos clientes e conquistar novos clientes com produtos de alta qualidade e sem defeito algum. Após estudos para implantação, decidimos em executar o FMEA que nos auxiliará em evitar e detectar o erro que poderá ocorrer durante o processo.

### **3.1 Implantação do FMEA**

Com a utilização desta técnica, teremos a visão dos problemas existentes na produção. Para colocar em prática essa ferramenta, foi elaborada uma equipe indicada pela Gerência e chefia de vários setores. De início obtivemos uma diferença extraordinária com as técnicas aplicadas na empresa, resultados satisfatórios considerados pela equipe de funcionários. Foi notado que os problemas podem ser solucionados e tratados de diversas formas com a utilização dos valores de ocorrência, severidade e detecção.

A aplicação da FMEA será realizada através do preenchimento de um formulário durante o desenvolvimento de cada etapa. Na fase de planejamento, recomenda-se, que sejam formados grupos pequenos e multidisciplinares com representantes de cada fase do processo de execução do serviço. Deve ser claramente definido os objetivos e o processo que irá ser analisado. As reuniões devem ser previamente planejadas e toda a documentação que irá subsidiar as discussões deve ser preparada com antecedência (TOLEDO, AMARAL, 2006).





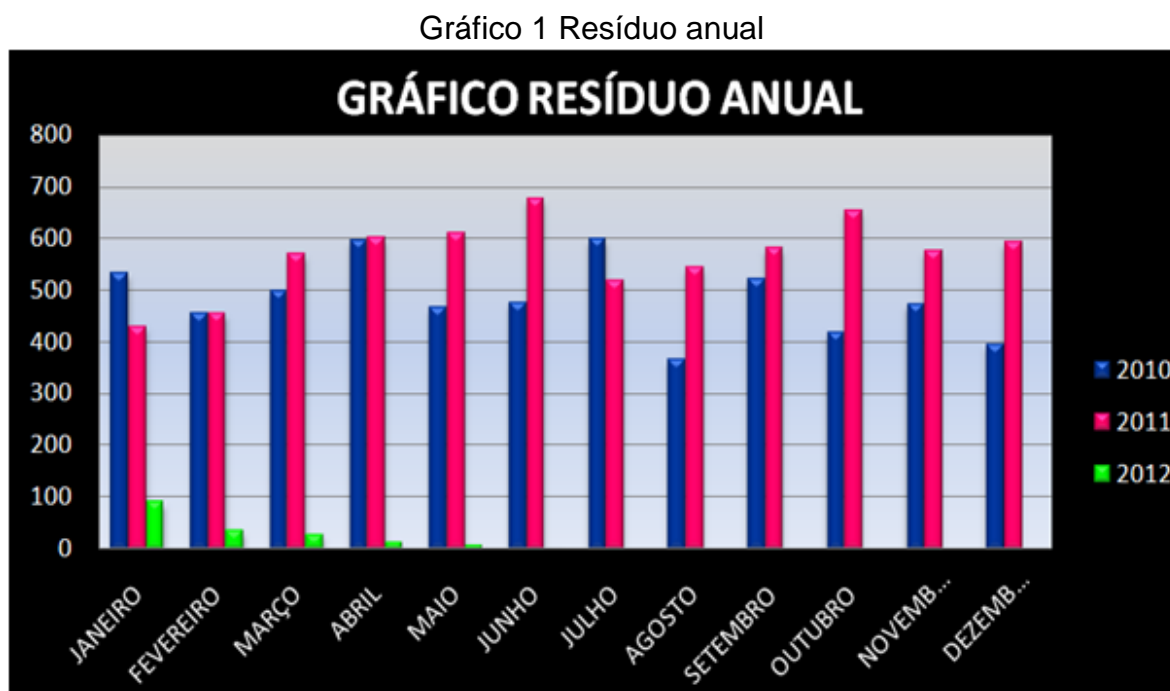
F.M.E.A. ANÁLISE DOS MODOSE E EFETOS DE FALHA											PROJETO	PROCESSO	FOLHA 05 DE 2012				
CLIENTE / REF. K.B. BORDADOS			APLICAÇÃO: BORDADO			ÁREAS ENVOLVIDAS			DATA DA ELABORAÇÃO		10/04/2012						
DATA. PROLUT. REV.			PRODUTO/PROCESSO			FORNECEDOR			DATA DA PRÓXIMA REVISÃO		10/07/2012						
#	NOME DO COMPONENTE/PROCESSO	FUNÇÃO DO COMPONENTE/PROCESSO	FALHAS POSSÍVEIS			ATUAL				AÇÃO	RESULTADOS						
			MODO	EFETOS	CAUSAS	CONTROLES ATUAIS	O	G	D		R	RECOMENDAÇÃO	TOMADA	O	G	D	R
CARUÓ	MÁQUINA ICBT DTAR - 368		FI O FICA COM ASPECTO DIFERENTE	UM FIO FICA MAIS TENCIONADO QUE O OUTRO	SORREALMENTA DOR TRAVANDO OU GUIA - FIO TRAVADO	NENHUM	10	10	1	21	PLANIHA DE CHECAGEM DE VELOCIDADES DO SOBREALMENTADO R E CONTROLE DE GUIA-FIO E CONTROLE DE TORÇÃO DIÁRIA	TODAS	0	0	0	0	ELAINE/PATRICIA
Fio sujo	MÁQUINA ICBT DTAR - 368		Contamina o fio	Fio fica sujo	Balança está desregulada e o lubrificante escure e suja o fio.	NENHUM	5	10	1	16	PLANIHA DE RONDANA MÁQUINA QUAL O COLABORADOR DEVERÁ FAZER A RONDA DE 2 EM 2 HORAS	TODAS	0	0	0	0	ELAINE/PATRICIA
Fio com cabo aberto	MÁQUINA ICBT DTAR - 368		cabo aberto	FICA COM ASPECTO SEM BRILHO E ROMPE NA AGULHA	O OPERADOR NÃO ACONA O PEDAL DE ACONAMENTO DO FUSO	NENHUM	10	10	1	21	PLANIHA DE RONDANA MÁQUINA QUAL O COLABORADOR DEVERÁ FAZER A RONDA DE 2 EM 2 HORAS JUNTO COM O TRIBUNAMENTO QUE SERÁ PASSADO	TODAS	0	0	0	0	ELAINE/PATRICIA
Fio torção baixa	MÁQUINA ICBT DTAR - 368		FI O FICA COM ASPECTO DIFERENTE	O BORDADO FICA FORA DO PADRÃO.	O OPERADOR NÃO ACONA O PEDAL DE ACONAMENTO DO FUSO	NENHUM	10	10	1	21	PLANIHA DE CONTROLE DE TORÇÃO	TODAS	0	0	0	0	ELAINE/PATRICIA

Figura 29 planilha da implantação do FMEA  
Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

O resultado foi satisfatório com essa técnica aplicada. Após a implantação da ferramenta FMEA, observamos que existiam vários componentes da máquina inadequados para o uso ou até mesmo o manuseio do operador que seriam os motivos que causavam o problema no fio retorcido. Podemos afirmar que, com a aplicação desta ferramenta no processo, notamos que a margem de erro foi reduzida durante o seu desenvolvimento, antecipando os resultados de prováveis falhas. A FMEA também facilitou para a nossa empresa obter mais conhecimento de todo o processo através do detalhamento de sua metodologia.

Abaixo inserimos um gráfico comparativo entre os anos anteriores sem a ferramenta aplicada e após a implantação da ferramenta FMEA, o gráfico mostra claramente a redução de resíduo de matéria prima e falhas que encontramos e corrigimos geravam resíduos e não tinham como reaproveitá-la.



Com a implantação da ferramenta da qualidade FMEA a nossa produção aumentou 36%, reduzindo o resíduo em 96%.

### 3.2 Laboratório

Após a implantação do sistema FMEA, observamos o quanto estávamos fora de sintonia com a qualidade do nosso produto, buscamos melhorias para o processo em conjunto com a ferramenta da qualidade. Resolvemos controlar o nosso processo projetando um laboratório para análises de nossos produtos para aumentar a produção e principalmente a confiança de nossos clientes pela qualidade mantida em nossos produtos.

Segue abaixo os aparelhos que fazem parte do nosso laboratório;



Figura 30 aparelho aspa. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

A análise feita com esse aparelho tem como objetivo controlar monitorar o valor específico padrão do título de um específico fio.

Título nada mais é que a relação de peso e comprimento para o fio de poliéster utilizou Decitex como unidade de medida.

Fazemos as análises seguindo a norma da ABNT.



Figura 31 balança de precisão. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

A balança de precisão tem uma única função, pesar as meadas de fio que retiramos da aspa.



Figura 32 torciômetro. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

Esse aparelho faz análise do número de torções por metro de cada fio.



Figura 33 dinamômetro. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

Esse aparelho analisa o alongamento e a resistência do fio até sua ruptura, sua análise é expressa por grama força (TEX).

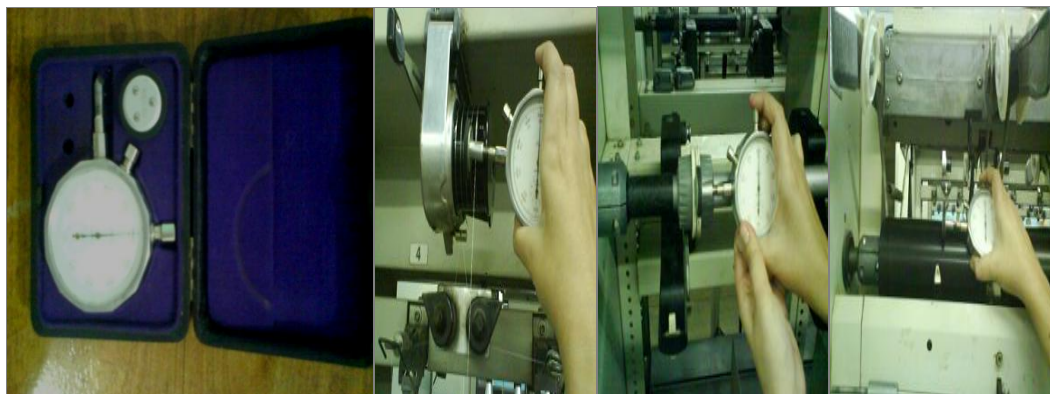


Figura 34 tacômetro. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

Esse aparelho é utilizado para fazer a medição na máquina nas velocidades de sobre alimentação e enrolamento.



Figura 35 estroboscópio. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

Esse aparelho é utilizado para medir a rotação da máquina por minuto.



Figura 36 Tensiômetro. Ilustração das Autoras (2012) Americana/ SP, Brasil.

Esse aparelho é utilizado para medir a tensão do fio no fuso.

### 3.3 As vantagens do FMEA

- Cultura pró ativa.
- Avaliação objetiva.
- Aumenta a probabilidade de que a falha potencial será considerada e analisada.
- Desenvolve lista de falha, facilitando no desenvolvimento histórico.
- Provê tabelas de ações recomendadas.

### 3.4 Suas limitações

- Exige muito esforço inicial.
- Ponto de vistas multifuncionais.
- Pode causar excesso de itens por não priorizar o processo.
- Exige histórico de campo.
- Exige experiência e vontade dos participantes envolvidos.

## 4 Conclusão

O FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha) é um método de avaliação de projetos usada para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o comportamento do processo de retorção de fios de poliéster.

A pesquisa do trabalho foi realizada no conceito da Qualidade durante a produção do setor de retorção. O objetivo dessa melhoria era utilizar uma das ferramentas que pudesse detectar e localizar as falhas potenciais. Com a explosão de idéias, optamos na ferramenta FMEA, sendo utilizada para melhoria e qualidade de nossos produtos.

Através da realização deste trabalho, constatamos que o uso dessa ferramenta é útil em diversas áreas empresariais, podendo também ter finalidades fundamentais para o processo das indústrias têxteis e obter resultados satisfatórios.

Para a elaboração do trabalho, houve dificuldades durante a implantação da ferramenta FMEA, devido à escassez de informações da implantação da FMEA aplicada em filamentos têxteis.

O estudo realizado em cima do FMEA, de princípio agregou para a nossa empresa conhecimento que gerariam mudança no processo. Com o propósito de colocar esta técnica em prática e comprovarmos que com ela aplicada obteremos resultados satisfatórios, adotamos os procedimentos para a implantação do FMEA elaborando uma planilha com os erros que ocorre freqüentemente na produção.

Para iniciarmos o trabalho com a planilha, começamos o acompanhamento em uma máquina que supostamente geravam os defeitos, inserimos na planilha os modos, os efeitos e as causas de todas as falhas possíveis ocorrido. Seguindo os passos para cada execução, notamos que com a utilização do FMEA,



realmente conseguimos identificar que o maquinário estava sendo executado inadequadamente por erro operacional e com peças irregulares. Disponhamos as análises que foram executadas conforme a figura 29.

Os resultados gerados com a implantação do FMEA trouxeram para a nossa empresa, resultados positivos, diminuição de retrabalhos, aumento da produção, redução de resíduo, eficiência nos maquinários e produtos de alta qualidade.

Com análises dos resultados encontrados, o FMEA favorece a todos os empreendedores recursos e facilidade para o trabalho ser bem sucedido e ágil.

O levantamento feito em melhorias da Empresa Retorção Alizon Bueno, hoje percebe o retorno que obteve com essa técnica aplicada no processo, ou seja, desenvolvendo produtos com qualidade e garantia, conquistando novos clientes e com um aumento anual de 36% nas vendas.

Certamente, com todo o trabalho realizado na empresa e os resultados imediatos que adquirimos durante a sua aplicação, concluímos afirmando e indicando o uso da ferramenta FMEA para o uso de detectar e solucionar qualquer tipo de falha ou erro ocorrido durante a produção, independente do setor ou do ramo empresarial que será aplicada.

Ressaltamos que essa ferramenta é relativamente simples, sendo fácil de ser aplicada e de baixo custo para empresa, basta somente ser bem aplicada e acompanhada diariamente pela equipe.

## REFERÊNCIAS

APLICAÇÃO DO FMEA NO PROJETO DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE MATERIAIS TERMOPLÁSTICOS. Disponível em: <<http://fateczl.edu.br/TCC/2009-1/tcc-125.pdf>>. Acesso em: 28/12/11. 19h46min

ESTUDO PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NOS TRANSFORMADORES DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA – CELESC – JOINVILLE. Disponível em: [http://www.joinville.udesc.br/portal/departamentos/deps/arquivos/tcc/2006\\_2\\_tcc07.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/departamentos/deps/arquivos/tcc/2006_2_tcc07.pdf). Acesso em: 07/03/12. 19h50min

FMEA – Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos- DAELT. Disponível em: <<http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/professores/marcelor/Cap.fmea.pdf>>. Acesso em: 28/12/11, 20h15min

FMEA “FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS”. Disponível em: <[http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/professores/marcelor/APOSTILA\\_FMEA.pdf](http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/professores/marcelor/APOSTILA_FMEA.pdf)> Acesso em: 28/12/11. 20h07min

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): Uma ferramenta para promoção da qualidade no Setor Fiscal das Empresas de Serviços Contábeis. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/artigos08/458\\_FEMEA.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos08/458_FEMEA.pdf)> Acesso em: 16/08/11. 13h14min

IMPLANTAÇÃO DE FMEA EM UMA EMPRESA DE MÁQUINAS-FERRAMENTA. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0165.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0165.PDF)> Acesso em: 08/03/12. 07h53min

ISHIKAWA, Kaoru. Controle de qualidade total: à maneira japonesa. Traduzido por: TORRES, Liana. Rio de Janeiro, Campus, 1993.

JURAN, Joseph Moses. A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. Traduzido por: MONTINGELLI, Nivaldo Jr. 5. reimpr. Da 1. Ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. Teoria geral da Administração: da escola científica à competitividade em economia globalizada. São Paulo: Atlas, 1997.

METODOLOGIA DE QUALIDADE EM PROJETOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO. Disponível em:  
<<http://fateczl.edu.br/TCC/2009-1/tcc-26.pdf>>. Acesso em: 07/03/12. 19h44min

METODOLOGIA FMEA – ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA E ORIENTAÇÕES ESTRATÉGICAS. Disponível em:  
<[http://www.gepeq.dep.ufscar.br/.../Erlon-Monografia %20FMEA%20-%20](http://www.gepeq.dep.ufscar.br/.../Erlon-Monografia%20FMEA%20-%20)>  
Acesso em: 27/01/12. 15h34min

MIRSHAWKA, Victor; FERREIRA, Getulio Apolinário. Estratégia para a qualidade total. São Paulo: Nobel, 1987.

Paulo Augusto Cauchick Miguel. Qualidade – Enfoques e Ferramentas. Editora Artliber, 2006.

PROPOSIÇÃO DE ABORDAGEM INTEGRADA DE MÉTODOS DA QUALIDADE BASEADA NO FMEA. Disponível em:  
<<http://www.produtronica.pucpr.br/sip/conteudo/dissertacoes/pdf/JoseFernandes.pdf>>. Acesso em: 16/08/11. 13h08min

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Disponível em:  
<<http://tobiasmugge.files.wordpress.com/2009/08/apostilafmea.pdf>>  
Acesso em: 25/03/12. 16h06min