

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**TERMO DE JULGAMENTO**  
**DE**  
**TRABALHO FINAL DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos 11 dias do mês de dezembro de 2002, às 10:00 horas, no Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, presente a Comissão Julgadora, integrada pelos Senhores Professores Doutores Ronaldo de Breyne Salvagni, Orientador(a)do(a)candidato(a) João Paulo Pereira Marcicano e Claude Machline, iniciou-se o Trabalho Final de Conclusão de Curso do(a)Sr(a). **RICARDO CAMILLO**

Título do Trabalho Final de Conclusão de Curso:



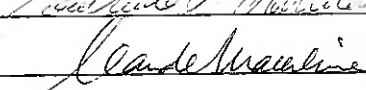
**"QUALIDADE APLICADA AO PROCESSO DE COLAGEM DE VIDROS EM VEÍCULOS AUTOMOTIVOS"**

Concluída a argüição, procedeu-se ao julgamento na forma regulamentar, tendo a Comissão Julgadora considerado o(a) candidato(a):

Prof.Dr. Ronaldo de Breyne Salvagni.....(Aprovado )  
Prof.Dr. João Paulo Pereira Marcicano.....(Aprovado )  
Dr. Claude Machline.....(Aprovado )

Para constar, é lavrado o presente termo, que vai assinado pela Comissão Julgadora e pela Coordenação do Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva.

São Paulo, 11 de dezembro de 2002.  
A COMISSÃO JULGADORA

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

Coordenador:

Prof. Dr. Ronaldo de B. Salvagni

  
\_\_\_\_\_

Homologado pela C.P.G. em reunião realizada 29 10 2003.

**RICARDO CAMILLO**

**QUALIDADE APLICADA AO PROCESSO DE COLAGEM DE  
VIDROS EM VEÍCULOS AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de Mestre em  
Engenharia Automotiva (Mestrado  
Profissionalizante)

CONSULTA  
FMP-5

São Paulo  
2002

OK

**RICARDO CAMILLO**

**QUALIDADE APLICADA AO PROCESSO DE COLAGEM DE  
VIDROS EM VEÍCULOS AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de Mestre em  
Engenharia Automotiva (Mestrado  
Profissionalizante)

Área de Concentração:  
Engenharia Automotiva (Mestrado  
Profissionalizante)

Orientador:  
Prof. Titular Ronaldo de Breyne Salvagni

São Paulo  
2002

## **AGRADECIMENTOS**

Ao orientador Prof. Dr. João Paulo Marcicano e a Prof. Dra. Isabel Machado pelo incentivo e diretrizes aplicadas durante a realização do trabalho.

A minha esposa e filhos que colaboraram muito durante esta jornada.

Aos meus gerentes que confiaram na minha pessoa, indicando meu nome para cursar o Mestrado Profissionalizante.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram com a execução deste trabalho.

## RESUMO

O trabalho apresenta o desenvolvimento de um plano de qualidade para a linha de colagem de vidros automotivos. O plano foi desenvolvido com base nos conceitos e critérios de qualidade que são resumidamente revisados no texto. O estudo foi motivado pela necessidade de minimizar defeitos resultantes do processo de colagem, que mesmo em quantidades pequenas tem grande impacto no conceito dos consumidores.

O processo de colagem foi estudado sistematicamente com o intuito de verificar as variáveis que pudessem interferir na qualidade do produto final, como resultado foi possível detectar causas de defeitos que foram verificados na produção no período de seis meses e através da aplicação dos conceitos de qualidade gerar um plano de qualidade aplicado ao processo.

O plano de qualidade do processo de colagem proposto é um instrumento que se utilizado de forma correta pode manter a qualidade dos produtos, e num primeiro momento poderá eliminar as principais causas de defeitos que foram verificados neste trabalho através da adoção de medidas simples e custo relativamente baixo.

## **ABSTRACT**

This work presents the development of a quality plan for the assembly line of automotive glasses. The plan was developed from the concepts and criteria of quality that summarily are revised in the text. The study has been motivated by the necessity to reduce resultant defects of the process, that even in small amounts has great impact in the concept of the consumers.

The process has been studied systematically with intention to verify parameters that could interfere with the final product quality. It was possible to detect causes of defects verified in the production in a period of six months and through the application of the quality concepts. A plan of quality was generated and applied to the process.

The plan of quality of the considered process is an instrument that if used in a correct way can keep the product quality, and can eliminate the main causes of defects verified in this work, through the adoption of simple and comparatively low cost procedures.

## SUMÁRIO

### LISTA DE FIGURAS

### RESUMO

### ABSTRACT

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                     | 01 |
| 1.1 Objetivo  | 01 |
| 1.2 Histórico da Empresa General Motors do Brasil       | 02 |
| 1.3 Indicadores Econômicos                              | 05 |
| 1.4 Linha do Tempo                                      | 06 |
| <br>  |    |
| <b>2 QUALIDADE NA FABRICAÇÃO</b>                        | 12 |
| 2.1 Histórico   | 12 |
| 2.2 Definição   | 13 |
| 2.3 Características de Qualidade                        | 14 |
| 2.4 Qualidade na Manufatura                             | 16 |
| 2.5 Critérios para Garantia da Qualidade                | 18 |
| 2.5.1 Controle de Projeto                               | 18 |
| 2.5.2 Controle de Materiais                             | 18 |
| 2.5.3 Manuseio e Armazenagem                            | 19 |
| 2.5.4 Controle de Processo                              | 19 |
| 2.5.5 Testes  | 19 |
| 2.5.6 Controle das Ações Corretivas                     | 20 |
| 2.5.7 Custos Relacionados com Qualidade                 | 20 |
| 2.6 Custos da Qualidade                                 | 20 |
| 2.6.1 Custo e Valor da Qualidade do Projeto             | 21 |
| 2.6.2 Custo Relacionados com a Qualidade de Conformação | 22 |
| 2.7 Movimentos Ineficientes do Operador                 | 27 |
| 2.7.1 Projeto Inadequado do Local de Trabalho           | 28 |
| 2.7.2 Falta de Ferramentas e Equipamentos Inadequados   | 28 |

## ERRATA

| PÁGINA | ONDE SE LÊ  | LEIA SE  |
|--------|---|--|
| 1      | tem sido<br>contesto  | é<br>contexto  |
| 2      | com profundidade com no desenvolvimento<br>do vidro, pelo processo<br>no vidro, pelas irregularidades<br>carroceria e até ter uma falha<br>1º | com profundidade no desenvolvimento<br>do vidro, processo<br>no vidro, irregularidades<br>carroceria e até falha<br>primeiro |
| 4      | incluído<br>garantiu a GMB  | incluídos<br>garantiu à GMB  |
| 12     | método de manufatura assim originando   | método de manufatura, originando   |
| 13     | entrado<br>necessitava  | entrando<br>necessitavam   |
| 14     | sentira   | sentirá  |
| 15     | tempo médio entre concerto<br>manutenibilidade  | tempo médio para concerto<br>manutenibilidade  |
| 16     | Necessidade do cliente determina<br>especificação   | Necessidade de o cliente determinar<br>especificação   |
| 18     | sendo que a somatória   | sendo que o somatório  |
| 24     | figura 6  | figura 5   |
| 29     | A forma e dimensões   | A forma e as dimensões   |
| 31     | por   | pôr  |
| 36     | paralela a linha principal  | paralela à linha principal   |
| 38     | necessita<br>dispõem<br>pois há modelos que   | necessitam<br>dispõe<br>pois há modelos em que   |
| 39     | próximo a mesa<br>além de posicionar o vidro, ele parametriza   | próximo à mesa<br>além de posicionar o vidro, parametriza  |
| 47     | necessitava   | necessitavam   |
| 48     | que implica<br>Variáveis do Processo Relacionado  | que implicam<br>Variáveis do Processo Relacionadas   |
| 50     | as metas e objetivos  | as metas e os objetivos  |
| 51     | eles devem obedecer a prazos  | eles devem obedecerem a prazos   |
| 52     | 14 centímetros  | 14 milímetros  |
| 55     | ficou<br>minimizar custo de reparo<br>pró   | tornou-se<br>minimizar custos de reparo<br>prol  |
| 56     | Bibliografia  | Referência Bibliográfica   |



|  |   |    |
|--|---|----|
| 2.7.3  | Condição e Configuração de Materiais                                      | 29 |
| 2.7.4  | Método Impróprio do Operador  | 29 |
| 2.7.5  | Tipicos Movimentos Ineficientes do Operador                               | 30 |
| 2.8  | Ação Corretiva para Movimentos Ineficientes                               | 33 |
| <b>3 PROCESSO DE MONTAGEM DO VIDRO PARABRISA</b> |   |    |
| <b>E VIDRO VIGIA</b>                             |   | 35 |
| 3.1  | Montagem da Carroceria  | 35 |
| 3.2  | Descrição do Processo de Pré-montagem do Vidro e Instalação na Carroceria | 38 |
| 3.3  | Materiais Utilizados para Colagem do Vidro                                | 42 |
| 3.3.1  | Ativador de Superfície de Vidro (Cleaner)                                 | 43 |
| 3.3.2  | Promotor de Adesão para Vidros (Glass Primer)                             | 43 |
| 3.3.3  | Promotor de Adesão para Carroçaria (Body Primer)                          | 44 |
| 3.3.4  | Adesivo Selador para Pré-aplicação em Vidros – HV3                        | 45 |
| 3.3.5  | Vista Esquemática em Corte  | 46 |
| <b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>                  |   | 47 |
| 4.1  | Análise das Falhas do Processo de Colagem de Vidros                       | 47 |
| 4.2  | Variáveis do Processo Relacionado às Falhas                               | 48 |
| 4.3  | Plano de Aprimoramento da Qualidade                                       | 50 |
| <b>5 CONCLUSÕES</b>                              |   | 55 |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b>                              |   | 56 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Custo e Valor da Qualidade do Projeto                       | 21 |
| Figura 2 - Curva de Lucros em função do nível da Qualidade             | 22 |
| Figura 3 – Custos Relacionados com a Qualidade de Conformação          | 23 |
| Figura 4 – Curva de Custo Total da Qualidade                           | 23 |
| Figura 5 – Custo da Qualidade no Tempo                                 | 26 |
| Figura 6 – Fluxograma da Montagem da Carroceria                        | 37 |
| Figura 7 – Visualização dos Vidros Colados                             | 38 |
| Figura 8 – Fluxograma da Pré – Montagem do Vidro                       | 41 |
| Figura 9 – Vista em Corte dos Materiais Utilizados na Colagem do Vidro | 42 |
| Figura 10 – Vista Esquemática em Corte das Camadas                     | 46 |
| Figura 11 – Gráfico de Falhas  | 47 |
| Figura 12 – Vista Esquemática do Perfil do Cordão de Uretano           | 52 |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Objetivo

O desempenho de uma organização tem sido fortemente influenciado pela qualidade de seus novos produtos e serviços. Existe uma tendência mundial no sentido do aumento das expectativas do consumidor em relação a qualidade, portanto, as empresas tiveram que se adaptar a fim de gradativamente aumentar a qualidade de serviços e produtos, tendo uma ideologia baseada em melhorias contínuas da qualidade necessárias para a permanência no mercado. Diante desta situação, as organizações que produzem produtos ou serviços destinados a atender as necessidades e requisitos do cliente, freqüentemente se baseiam em normas técnicas e especificações, mas essas normas podem não garantir a qualidade do produto e nem mesmo que o produto ou serviço atenda as necessidades do cliente, portanto, num contexto mundial houve a preocupação de desenvolver normas e diretrizes para sistemas da qualidade a fim de racionalizá-las, portanto surgiram as normas ISO da família 9000 com o intuito de garantir a qualidade dos produtos e serviços, ou seja, garantir a satisfação dos clientes, assegurando aos produtos fabricados ou serviços prestados, níveis de qualidade e confiabilidade compatíveis com a expectativa dos clientes.

O objetivo principal deste trabalho é o estudo das variáveis que influenciam o processo de colagem dos vidros de automóveis, analisar os dados reais levantados durante um período de seis meses de produção e estabelecer um plano de ação para aprimorar o controle de qualidade.

As falhas que ocorrem no processo de colagem dos vidros dos automóveis são, em sua grande maioria, são detectadas como vazamentos de água para o interior do veículo. Este tipo de falha, em especial, causa uma deterioração do produto como um todo, sendo que sua detecção não é fácil de ser evidenciada, pois exige condições ideais para que o problema venha a ocorrer, e exige análise detalhada por parte de um técnico para que a falha possa ser identificada e posteriormente eliminada. Estas falhas estão relacionadas a variáveis presentes no processo de

colagem do vidro, pode-se citar algumas que serão avaliadas com profundidade com no desenvolvimento do trabalho, tais como: forma irregular do vidro, pelo processo de aplicação do adesivo no vidro, pelas irregularidades e deformações nas flanges da carroceria e até ter uma falha de montagem provocada pelo próprio montador.

## **1.2 Histórico da Empresa General Motors do Brasil**

A General Motors do Brasil completou 77 anos de atividades no País em 26 de janeiro de 2002. Tudo começou em 1925, no histórico bairro do Ipiranga, em São Paulo, onde, em galpões alugados, era realizada a montagem de 25 veículos por dia, importados dos Estados Unidos.

Com o sucesso de seus negócios, a General Motors iniciou um ousado plano de expansão de suas atividades e, atualmente, possui quatro complexos industriais. O primeiro complexo situa-se em São Caetano do Sul (SP), numa área total de 577.369 metros quadrados, e o segundo em São José dos Campos (SP), num terreno de 2.657 milhões de metros quadrados.

O complexo industrial e comercial de Mogi das Cruzes, na Região da Grande São Paulo, com 80.000 m<sup>2</sup> de área construída, é o terceiro complexo da General Motors. Foi inaugurado em 1999, e destina-se à produção de peças de carroceria estampadas em aço para modelos já fora de produção, e armazém de peças.

Em 20 de julho de 2000, foi inaugurada a quarta e mais moderna fábrica da General Motors, em Gravataí, localizada a 30 km de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul. Esta unidade dispõe de 386 hectares de área total, área construída de 140.000 m<sup>2</sup> e capacidade de 120.000 unidades/ano. Nessa fábrica é produzido o Celta, um carro sub-compacto, que foi o primeiro veículo a ser comercializado pela Internet no Brasil, e cujo sucesso garantiu-lhe o 1º lugar de vendas da General Motors do Brasil até o presente. Há, ainda, o Centro de Distribuição de Peças em

Sorocaba, considerado o maior e mais moderno da América Latina, recebendo, embalando e despachando peças produzidas por 4.000 fornecedores.

O Campo de Provas da Cruz Alta, em Indaiatuba (SP), conta com 40 km de pistas que reproduzem com exatidão as mais variadas condições de utilização de veículos existentes no mundo, e, dentro de laboratórios é possível simular os efeitos de pista para análise quanto a análise estrutural, eletro-eletrônico, segurança veicular, ruídos e vibrações e análise de emissões. Ocupa uma área de 469 alqueires, 11.272 milhões de m<sup>2</sup>.

No ano de 2001 a General Motors investiu US\$ 3,5 bilhões no Brasil, uma parte disso destinada à fábrica de Rosário, na Argentina, que entrou em operação em novembro de 1997. Até o ano de 2005, a GMB pretende investir US\$ 1 bilhão no Brasil.

Como resultado dessa estratégia, a General Motors obteve o reconhecimento da imprensa especializada, que lhe conferiu cinco títulos consecutivos do "Carro do Ano", com os modelos Omega (1993), Vectra (1994), Corsa (1995 e 1996) e Vectra (1997), prêmio instituído pela Revista Autoesporte.

A imprensa também conferiu-lhe três títulos consecutivos de "Pick-Up do Ano", com os modelos S10 (1995 e 1996) e Silverado (1997). Em 1998, a Blazer foi eleita "Utilitário Esportivo do Ano". Em 1999, o Vectra reinou absoluto com 58,5 % do total das vendas no varejo em seu segmento, tendo sido eleito o "Melhor Carro de 1999" na categoria Familiar, por voto direto dos leitores da revista Carro, especializada no segmento automobilístico. Em 2000, o Vectra foi eleito "WebCar do ano".

No ano de 2001, o Celta consagrou-se como o melhor "Carro Popular" , e a Tracker como o melhor "Utilitário Esportivo" pela Abiauto, a Associação Brasileira de Imprensa Automobilística. Já a Zafira, lançada no mercado brasileiro em abril de 2001, conquistou três prêmios. Um na categoria "Melhor Minivan Compacta", pelo

site Best Cars, e dois na categoria "Lançamento", pelo site Carsale e pela revista Autodata, respectivamente.

Com o maior volume de itens de série em sua categoria, preço único em todo o país, incluído impostos e frete, faturamento direto, compra via internet e rapidez na entrega, o Chevrolet Celta alcançou o total acumulado de 146.725 unidades vendidas no varejo (103.232 pela Internet e 43.493 pela rede de concessionários) desde que entrou no mercado brasileiro em setembro de 2000. Atualmente, cerca de 80% da produção de Celtas é comercializada via internet, sistema que resulta no desconto de 5% no preço do veículo por causa da redução de impostos que incidem sobre a operação convencional.

O sistema pioneiro de vendas pela internet garantiu a GMB uma série de conquistas na área de e-business. Em 2001, a empresa conquistou oito prêmios, cinco deles para o site do Celta, em decorrência do sucesso de vendas do modelo pela rede.

Em julho de 2001, a revista Info Exame, a mais importante no setor de tecnologia, classificou os 10 melhores "B2C web sites" de 2000.

A GM foi a vencedora na categoria "carros", a empresa mais lembrada pelos entrevistados, com 19% de citações. Em maio de 2002, a revista Info Exame classificou os 100 maiores do e-commerce brasileiro, com 44 nomes de B2C, 41 de B2B e 15 bancos e corretoras. A GM mais uma vez ficou em primeiro lugar no B2C. A classificação considerou o retorno do investimento com vendas feitas pela Internet no ano de 2001.

### 1.3 Indicadores Econômicos

#### • Produção de Veículos – GMB

| ANO  | VOLUME DE PRODUÇÃO   |
|------|--|
| 1994 | 290.000 unidades   |
| 1995 | 350.000 unidades   |
| 1996 | 440.000 unidades   |
| 1997 | 437.000 unidades   |
| 1998 | 369.000 unidades<br>Brasil: 343.829 (veículos)   |
| 1999 | 278.033 - Brasil - veículos prontos<br>11.687 - (importação da Argentina p/abastecer mercado brasileiro)<br>57.803 - CKD               |
| 2000 | 358.782 - Brasil - veículos prontos<br>9255 - (importação da Argentina p/abastecer mercado brasileiro)<br>83449 - CKD                  |
| 2001 | 372.812 - Brasil - veículos prontos (399.787)<br>26.975 - (importação Argentina p/abastecer mercado brasileiro)<br>182.291 - CKD       |
| 2002 | 122.116 - janeiro a abril - Brasil - veículos prontos<br>8.778 - (importação Argentina p/abastecer mercado brasileiro)<br>42.879 - CKD |

#### • Exportações – GMB

| ANO  | VOLUME EM UNIDADES       | VOLUME EM US\$ |
|------|--------------------------|----------------|
| 1994 | 21.600                   | 200.000.000    |
| 1995 | 40.000                   | 290.000.000    |
| 1996 | 74.000                   | 740.000.000    |
| 1997 | 111.400                  | 770.000.000    |
| 1998 | 106.000                  | 759.000.000    |
| 1999 | 76.630                   | 522.729.121    |
| 2000 | 117.309                  | 472.008.000    |
| 2001 | 167.762                  | 805.000.000    |
| 2002 | 44.015 (janeiro à abril) | 183.000.000    |

• **Participação de Mercado – GMB**

| <b>ANO</b> | <b>VEÍCULOS PASSAGEIROS</b> | <b>COMERCIAIS LEVES</b> |
|------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1994       | 20,7%                       | 13,2%                   |
| 1995       | 21,1%                       | 16,1%                   |
| 1996       | 22,0%                       | 22,9%                   |
| 1997       | 23,0%                       | 23,5%                   |
| 1998       | 23,5%                       | 22,1%                   |
| 1999       | 24%                         | 21%                     |
| 2000       | 23,5%                       | 20,4%                   |
| 2001       | 24%                         | 21,4%                   |
| 2002       | 25.1% (janeiro a abril)     | 19.6%                   |

**1.4 Linha do Tempo**

**1925** - Em 26 de janeiro, é registrada, no II tabelionato de São Paulo, a Companhia Geral de Motores S.A com sede na Av. Presidente Wilson, 2.935, no Ipiranga. Pouco tempo depois, a razão social passa a ser General Motors of Brazil S.A (GMB). Setembro - o Brasil conhece o primeiro Chevrolet montado no país, um furgão de entregas urbanas.

**1927** - 17 de setembro é produzido o veículo de nº 25.000. 24 de setembro uma nova etapa na história da General Motors do Brasil: o início da construção da fábrica de São Caetano do Sul.

**1928** - 1º de outubro iniciada a produção de veículos em São Caetano do Sul.

**1930** - junho, a General Motors Acceptance Corporation South America inicia o financiamento de refrigeradores Frigidaire e de produtos montados pela GMB. 12 de agosto é inaugurada a fábrica de São Caetano do Sul.

**1932** - julho, o primeiro ônibus com carroceria fabricada no país. Produzido com vários tipos de materiais inclusive estruturas de madeira.



**1942** - 2 de abril, é inaugurada a fábrica de baterias ETNA, depois Delco

**1942 – 1945** - Durante o período da II Guerra Mundial, a General Motors do Brasil participa do esforço militar na produção de veículos e material bélico. São produzidos mais de 2.000 veículos a gasogênio.

**1951** - é iniciada oficialmente a produção de geladeiras Frigidaire.

**1953-** é adquirido o terreno em São José dos Campos, com 1.634.008 m<sup>2</sup> para expansão futura.

**1956** - Em dezembro, o Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA) aprova o plano de nacionalização para fabricação de caminhões Chevrolet. É iniciada a fabricação da Fundação e da fábrica de motores, em São José dos Campos.

**1957** - Fabricado o primeiro caminhão Chevrolet nacional.

**1958** - É lançada a primeira pick up Chevrolet S100, que mais tarde passaria a C14 ou C15. Em dezembro, a fábrica de São José dos Campos, ainda em construção, entrega o primeiro motor Chevrolet fundido. Forjado e usinado no Vale do Paraíba.

**1959** - inaugurada a Segunda fábrica da General Motors do Brasil, em São José dos Campos.

**1964** - A GMB lança a perua C-1416, com molas helicoidais na suspensão dianteira e traseira, posteriormente denominada Veraneio.

**1966** - Em agosto a GMB inicia a exportação de blocos para a GM da África do Sul. A GMB anuncia a expansão de suas duas fábricas para a fabricação de um carro de passageiros.

**1968** - Primeiro carro de passageiros Chevrolet produzido no Brasil, o Opala, com quatro portas.

**1969** - Em novembro, novos produtos: condicionadores de ar com a marca Frigidaire. Lançado o caminhão Chevrolet D-70.

**1973** - a GMB apresenta oficialmente à imprensa o Chevette duas portas, o primeiro carro pequeno da GM. Novos Opalas em outubro. O Opala SS (4cilindros) e o Opala Automático (4 e 6 cilindros).

**1974** - Em novembro são lançados o Chevrolet Comodoro e a Chevrolet Opala Caravan.

**1975** - É iniciada a fabricação de baterias com caixa plástica. Primeiro Chevette Especial circula pelas ruas. Em novembro é lançado o Opala 250 - S.

**1976** - Em 25 de setembro, uma iniciativa inédita no país: uma rede nacional de televisão apresenta a linha Chevrolet 77.

**1977** - Em 23 de janeiro, a GMB lança oficialmente o Chevette GP - II durante o Grande Prêmio do Brasil de Fórmula 1, em Interlagos.

**1978** - Lançamentos: Chevrolet Caravan Comodoro com motores 4 e 6 cilindros, Novo Chevette GP, Chevette 4 portas, Pick up D10, Chevrolet C100, C-24 ou C-25 com motor de 6 cilindros.

**1979** - A GMB cria o Consórcio Nacional Chevrolet. Em setembro começam as vendas de veículos a álcool. Lançamentos: Veraneio e Pick up A-10 a álcool Linha Chevrolet 1980 com o Chevette Hatch.

**1980** - Chevette a álcool, Chevette Marajó, Chevette Hatch SR 1.6L. A GMB cria o Chevroleasing.

**1981** - primeiro motor a álcool para caminhões. Lançamentos: Chevrolet A-60 cm 6 cilindros a álcool Motor Família II para o carro "J", Pick up Veraneio com motor a álcool de 6 cilindros. O Chevette Hatch recebe o título de "carro do ano" concedido pela revista Autoesporte. Em 1º de janeiro a GMB é considerada a primeira empresa automobilística do mundo em índice de qualidade.

**1982** - Lançamento: Monza o carro "J" da GMB.

**1983** - Lançamento: Chevy 500 (pick up) motor 1.6 litros 4 cilindros Caminhão A-70, 6 cilindros a álcool; O Chevette é o líder de vendas no país com um total de 85.894 unidades comercializadas no ano.

**1984** - Em março a fábrica de São José comemora 25 anos. O Monza é o líder absoluto de vendas, com um total de 53.022 unidades comercializadas no ano. De 1966 a dezembro de 1984 as exportações atingem a cifra de US\$ 950 milhões. Somente durante o ano de 1984 a GMB exportou US\$ 245 milhões.

**1985** - A GMB comemora seu 60º aniversário de atividades no país, no dia 26 de janeiro.

Nasce a EDS do Brasil, empresa de prestação de serviços nas áreas de Informática e Telecomunicações. A Financiadora GM, antiga GMAC, completa 55 anos.

**1989** - Apresentação do Kadett à imprensa no Rio de Janeiro. Lançamentos: Kadett, Kadett Ipanema.

**1990** - Lançamento: Monza Classic SE 500 com injeção eletrônica, Kadett Turim, Opala

91.

Joint Venture entre a Packard Electric do Brasil (Divisão GM) e Ericsson do Brasil para a produção de componentes automobilísticos e de telecomunicações. Escolha do Kadett como "Carro Oficial da Fórmula 1". Entram em operação as duas mais novas empresas da GMB: Banco GM S.A e GM Leasing e Arrendamento Mercantil.

**1991** - O Kadett é eleito "Carro do Ano" pela revista Autoesporte.

**1992** - Lançamentos: Chevette Junior com motor 1.0, Pick up Conquest, Motor Maxion S4T Turbo, Omega. Sai de linha o Opala, após 23 anos ininterruptos de produção. O Omega é eleito "Carro do Ano pela Revista Autoesporte".

**1993** - O Omega CD 3.0 conquista o título de "Eleito do Ano" da revista Quatro Rodas.

Lançamentos: Station Wagon Suprema, Kadett Ipanema 4 portas, Chevette L1.6, Vectra e carro movido a gás natural dotado de injeção eletrônica, um sistema multiponto.

**1994** - Lançamentos: Corsa Wind 1.0, Corsa GL 1.4, Omega Táxi movido a gás natural, Motores 2,2 litros e 4,1 litros, Corsa GSI 1.6 16V, Astra GLS hatchback importado.

O Campo de Provas da Cruz Alta, em Indaiatuba, completa 20 anos de atividade. Para comemorar, no dia 24 é realizado um Open House.

**1995** - Lançamentos: a S10, a primeira pick-up do segmento compacto produzida no Brasil; pick-up Corsa GL 1.6; o Astra Station Wagon, modelo importado; versão 5-portas do Corsa GL 1.4; utilitário esportivo Blazer, a pick-up S10 cabine estendida e o motor diesel Maxion HST para propulsionar a S10 cabine simples; Corsa Sedan GL e GLS, com motor 1.6 de 92 cv.

A GMB é a primeira indústria automobilística da América Latina a conquistar o certificado de qualidade da norma ISO para as fábricas de São Caetano do Sul e de São José dos Campos.

**1996** - Lançamentos: Vectra de nova geração. O Corsa obtém pela segunda vez o título de "Carro do Ano" da revista Autoesporte. Deixam de ser produzidos o Omega Suprema, o Monza e o Kadett GSi.

**1997** - Lançamentos: Corsa Wagon GL com motor 1.6 de duas válvulas por cilindro e 1.6 16V; pick-up Silverado, com três motorizações, sendo duas a diesel e uma a gasolina. Corsa Sedan 1.6 com transmissão automática de quatro marchas. Inaugurado Laboratório de Desenvolvimento de Motores no Campo de Provas da Cruz Alta. A GMB obtém a certificação ISO 9001 para todas as suas unidades no Brasil.

**1998** - Lançamentos: Começa, em abril, a importação do cupê 2+2 Tigra, da Opel da Espanha. É lançado o Corsa Sedan Super, o primeiro sedan de quatro portas com motor 1.0-litro da era moderna da indústria automobilística brasileira. Em julho, ocorre o lançamento do Blazer com tração 4x4. Em 27 de setembro, o novo Astra hatchback de 3 portas é apresentado à imprensa sul-americana em Punta del Este, no Uruguai. Omega CD, importado da GM- Holden, da Austrália. Nessa mesma época, foi apresentado o utilitário esportivo Grand Blazer, produzido pela GM de Argentina. Em 31 de julho, encerra-se a produção do Omega. Em 16 de setembro, o último Kadett deixa a linha de montagem em São Caetano do Sul.

**1999** - Lançamento: Ainda em maio, é lançada a S10 cabine dupla Executive 4x2. A fábrica de São José dos Campos completa 40 anos, em 16 de março. Em 19 de abril, é mostrada à imprensa, no Campo de Provas da Cruz Alta, a reformulação da linha Corsa, cujos principais destaques foram o novo motor 1,0-litro de 16 válvulas para os modelos Super e a Corsa Wagon Super. Em 3 de maio, a GMB e o governo gaúcho concluem acordo sobre a fábrica de Gravataí. Em 12 de maio, a GMB anuncia que irá dobrar a produção do motor do Corsa, passando a 600.000 unidades anuais.

## 2 QUALIDADE NA FABRICAÇÃO

### 2.1 Histórico

A tentativa da humanidade em produzir bens e melhorar o padrão de vida é tão antiga quanto a própria humanidade. O homem, desde que é um ser racional, procura saber, e no questionamento, procura por melhores meios. Tudo isto tem como resultado um aumento de tecnologia. Pelo simples estabelecimento de métodos melhores e mais simples de se conseguir o trabalho pronto, nós, na verdade, estamos produzindo quantidades maiores para mais gente em menos tempo. Esta produtividade resulta num padrão de vida melhor para todos. E isto se deve às máquinas, ferramentas, processos e métodos melhores e mais efetivos.

Para continuarmos fazendo melhorias nas técnicas de fabricação e montagem, devemos estar aptos para examinarmos globalmente os vários meios possíveis de se fazer um trabalho. É uma avaliação e análise rigorosa do conteúdo do trabalho para que se possa eliminar operações ineficazes ou desnecessárias e reorganizar as operações restantes. Deve sempre resultar num desempenho geral melhor e exequível, em resumo estamos nos referindo a melhoria da qualidade.

A Inspeção foi uma das primeiras iniciativas de qualidade. A inspeção era necessária devido as seguintes razões.

- Produção em massa de produtos com falta de qualidade de projeto.
- Processo de manufatura com falta de controle de processo.

Henry Ford e Frederick Taylor desenvolveram um novo método de manufatura assim originando a linha de montagem. Este novo conceito dividiu a responsabilidade onde inicialmente era suportado e controlado por apenas uma pessoa, o artesão, para algumas pequenas tarefas. Com a divisão da tarefa e da mão de obra, se ignorava a responsabilidade de qualidade, portanto o resultado, era a necessidade de estações de inspeção de qualidade.

Este processo de Inspeção de Qualidade funcionou bem até a Primeira Guerra Mundial. Nesta época, os Estados Unidos estava entrado na guerra e necessitava que grandes quantidades de materiais vitais fossem transportados por grandes distâncias. A inspeção de qualidade tornava-se inadequada devido à impossibilidade de checar grandes quantidades de artefatos e materiais em geral. Além disso, os itens como munições eram perigosos e demandavam alta qualidade, ou seja, não poderiam falhar. Desta forma a guerra demandava um melhor método de se obter qualidade.

Nesta época, Dr Walter Shewhart, um estatístico, foi a primeira pessoa a utilizar a teoria da estatística relacionada com qualidade e desta maneira nasceu o Controle Estatístico da Qualidade. Inicialmente ele enfrentou dificuldades e fazer com que seu método fosse aceito. Após 15 anos de sua iniciativa que o conceito de Controle Estatístico foi utilizado de forma mais abrangente.

Na Segunda Guerra Mundial, com a necessidade de se obter produtos de qualidade, os governantes foram forçados a contratar estatísticos para ensinarem como utilizar esta ferramenta para o controle de qualidade. Estes estatísticos ajudaram as indústrias a entender as variações e criar processos para que estas variações fossem reduzidas.

Desde então, um novo fator se apresenta como fundamental pela conquista de novos mercados, este fator é chamado Qualidade, onde atualmente, esta palavra é a mais utilizada dentro de empresas, independente do ramo de atuação no mercado.

## **2.2 Definição**

Existem várias definições para Qualidade, dadas por diferentes autores. Segundo Taguchi, A qualidade de um produto é mensurada em termos de suas características. A qualidade está relacionada com a perda sentida pela sociedade causada pelo produto durante a seu ciclo de vida (ROSS ,1986 ). Desta forma podemos concluir que a qualidade de um produto é de fundamental importância para

que o consumidor sintá-se satisfeito com o produto adquirido, pois caso este não ofereça condições de suprir a necessidade e expectativa do consumidor, este sentirá lesado. Em outras palavras, se o produto não desempenhar conforme esperado, o consumidor sentirá algum tipo de perda.

Já J. M. Juran ( JURAN,1979 ) define Qualidade como sendo “ Qualidade é adequabilidade ao uso “ . Isto significa que um produto ou serviço tem qualidade quando for adequado ao uso a que se destina. Vale ressaltar que o ponto de vista do consumidor é de extrema importância, pois este irá julgar se o produto ou serviço satisfaz ou não sua necessidade assim sendo uma decisão pessoal.

### **2.3 Características de Qualidade**

A qualidade de um produto é avaliada através de determinadas características do produto, são as chamadas características de qualidade que segundo Juran, (JURAN,1979 ) “característica de qualidade é qualquer aspecto, propriedade, atributo de um produto, necessário para se conseguir propriedade de ser adequado ao uso, por exemplo dimensões, acabamento, cor, dureza, acidez, durabilidade, etc” .

As características de qualidade de um produto são definidas através de suas especificações e estas especificações estão relacionadas a materiais empregados, dimensões e tolerâncias aplicáveis, processos aplicados, projetos e testes.

J. M. Juran ( JURAN,1979 ) classifica as características de qualidade de um produto em quatro categorias:

- Qualidade de Projeto
- Qualidade de Conformação
- Disponibilidade Confiabilidade e Manutenibilidade
- Serviço de Campo

Qualidade de Projeto - Isto nos representa a forma, a qual, o projeto de um produto pode satisfazer as necessidades do ser humano. Tecnicamente Qualidade de Projeto



pode ser relacionada com outros três aspectos, qualidade de pesquisa de mercado, qualidade de concepção do produto e qualidade de especificações.

Qualidade de Conformação – refere-se a fidelidade do produto com suas especificações de projeto, ou seja, o que foi produzido deve estar em conformidade com o que foi pré determinado. A Qualidade de Conformação é a resultante de inúmeros fatores tais como, máquinas ferramentas, mão de obra entre outros.

Disponibilidade – este parâmetro de qualidade está relacionado ao tempo de funcionamento do produto, ou seja, o produto deve exercer sua função ou estar prestes a entrar em atividade no momento da solicitação. Matematicamente disponibilidade pode ser expresso por:

$$\frac{TMEF}{TMEF + TMPC}$$

Onde: TMEF = Tempo Médio Entre Falhas

TMPC = Tempo Médio Entre Concerto

Confiabilidade - se os produtos nunca falhassem a disponibilidade seria 100%, portanto sabemos que isto é irreal, pois os produtos falham e desta forma, entende-se por confiabilidade, a probabilidade de um produto funcionar sem falhas em determinadas condições de uso, durante um determinado período de tempo.

Manutenibilidade – refere-se a facilidade com que o produto pode ser reparado. Este aspecto de qualidade é influenciado pelo projeto de fácil acesso ao local do reparo, substituição de peças e componentes modulares, utilização de instrumentos que possibilitem detecção da causa da falha, ferramentas especiais para reparo, disponibilidade de peças de reposição, entre outros. A Manutenibilidade pode ser medida através de parâmetros associados com o tempo, por exemplo o tempo médio para reparo, ou tempo médio para manutenção preventiva, ou até mesmo com relação ao aos custos de manutenção ou custo de peças de reposição.

Serviço de Campo – após a venda, para assegurar a continuidade do funcionamento do produto, o usuário depende da capacitação dos serviços prestados pela empresa que fabricou o produto, desta forma a empresa deverá ser competente e eficiente para prestar este tipo de serviço.

## 2.4 Qualidade na Manufatura

Alguns princípios devem ser entendidos para que seja conseguida a qualidade do produto final, são eles: (SHIBA, GRAHAM, WALDEN, 1997 )

- Necessidade do cliente determina o resultado desejado.
- O processo empregado determina o resultado real.
- A inspeção é um método fraco e elementar de controle
- Para satisfazer a especificação do resultado desejado, deve-se reduzir a variação do resultado real através da descoberta e eliminação das fontes de variação do processo.

Considerando previamente que o projeto do produto e o planejamento foram executados de forma a evitar com que problemas futuros ocorram, devemos pensar agora em como desenvolver um processo de manufatura a fim de concretizar o que foi elaborado, pensado e projetado previamente.

Devemos, portanto nos preparar adequadamente nos seguintes aspectos:

- Optar pelo Sistema de Manufatura. O Sistema de manufatura deve ser flexível no sentido de prover recursos ao processo produtivo, permitindo que o produto seja feito da melhor maneira possível, ou seja, de maneira rápida e fácil.
- Disponibilizar Máquinas, Equipamentos e Ferramentas. Todas as necessidades requeridas no processo de manufatura devem ser estudadas e

selecionadas de forma a serem capazes de atingir a qualidade requerida do produto final.

- Obter Qualidade da Matéria Prima. Devemos Ter em mente de que é impossível obter qualidade do produto final sem termos qualidade da matéria prima empregada ou qualidade de peças que fazem parte do conjunto. A matéria prima deve uma especificação clara e definida de modo a não deixar dúvidas e para que o departamento de compras possa comprar exatamente o que está sendo solicitado.
- Mão de Obra. A mão de obra é um aspecto bastante importante, pois esta deverá ser capaz de executar a tarefa de maneira satisfatória e para isto ocorrer, os operadores deverão ser treinados a fim de estarem aptos a realizar a tarefa.
- Plano de Inspeção e Controle de Qualidade no Chão da Fábrica. Estaríamos perguntando: Cumprindo os tópicos anteriores, ou seja, trabalhando com os melhores métodos, com matéria prima especificada e mão de obra qualificada e treinada, porque necessitamos de um Controle de Qualidade instalado no Chão de Fábrica. A resposta é que não temos um mundo ideal e que podemos falhar durante o processo e este é o risco da operação. Tudo deverá ser planejado e testado para que este risco seja o menor possível, porém se algo de errado ocorrer, o inspetor de qualidade deverá detectar o problema e da maneira mais rápida que puder resolvê-lo. Caso não seja possível resolver o problema imediatamente, um plano de contenção deverá ser colocado em prática, para que o problema não se espalhe por todo o processo.

## **2.5 Critérios para Garantia da Qualidade**

Os critérios de garantia da qualidade referem-se ao sistema que tem como principal função, suportar a funcionalidade e desempenho do produto ou serviço assim, normas, medidas e sistemas deverão ser planejados a fim de assegurar a qualidade desejada fortalecendo assim a imagem do produto ou serviço perante o mercado. A empresa deverá alcançar soluções visando produzir com qualidade desejada e conseguir este objetivo com um menor custo de qualidade possível

### **2.5.1 Controle de Projeto**

Este critério visa a adoção de medidas de controles que assegurem requisitos de projeto e que estes sejam transformados em desenhos, planos, especificações, procedimentos e instruções, sendo que a somatória destes elementos esteja focado para assegurar a qualidade do produto ou serviço.

### **2.5.2 Controle de Materiais**

Este é um dos principais aspectos a ser controlado, pois deverão ser tomadas medidas de contenção a fim de assegurar que os materiais os quais estão sendo adquiridos e pagos pela empresa, sejam materiais em conformidade com as especificações previamente definidas como padrão.

Estas medidas incluem inspeções e auditorias durante a produção no fornecedor, inspeção de recebimento do produto de lotes aleatórios e análise de documentos que comprovem a qualidade do produto em questão.

### **2.5.3 Manuseio e Armazenagem**

Este critério define medidas de controle durante o manuseio, e armazenagem de materiais, equipamentos e componentes de forma a eliminar danos e perdas parciais ou totais.

Rotinas de limpeza e programação de manutenção preventiva nos equipamentos de manuseio deverão ser estabelecidas conforme necessidade ou determinação dos fornecedores.

### **2.5.4 Controle de Processo**

Este critério estabelece que todas as variáveis relacionadas aos processos de fabricação devem ser controladas a fim de garantir e obedecer aos critérios especificados a para estabelecer um nível de qualidade solicitado.

Algumas ações deverão ser seguidas, tais como: utilizar instruções e procedimentos qualificados e aprovados, utilizar equipamentos compatíveis com a qualidade esperada, trabalhar com pessoal capacitado e treinado para atividade em questão e finalmente seguir parâmetros de projeto.

### **2.5.5 Testes**

Este critério identifica a necessidade de submissão do produto a uma condição de solicitação e verificação da possibilidade de falha. O produto deverá ser identificado de forma visível indicando a aprovação ou rejeição por meio de etiqueta, cartões, rótulos ou marcações para assegurar que apenas produtos de qualidade continuem no processo.

### **2.5.6 Controle das Ações Corretivas**

Quando houver rejeição de partes ou componentes, ações imediatas deverão ser tomadas de forma a conter o problema garantindo e se certificando que esta é uma ação efetiva, garantindo assim que os demais produtos estão sendo produzidos com qualidade conforme padrão definido.

### **2.5.7 Custos Relacionados com Qualidade**

Este critério visa a criação de um sistema de controle interno que gerencie o custo da qualidade e permita que melhorias sejam implementadas no processo ou produto a fim de atingir o nível de qualidade esperado com o menor custo possível.

## **2.6 Custos da Qualidade**

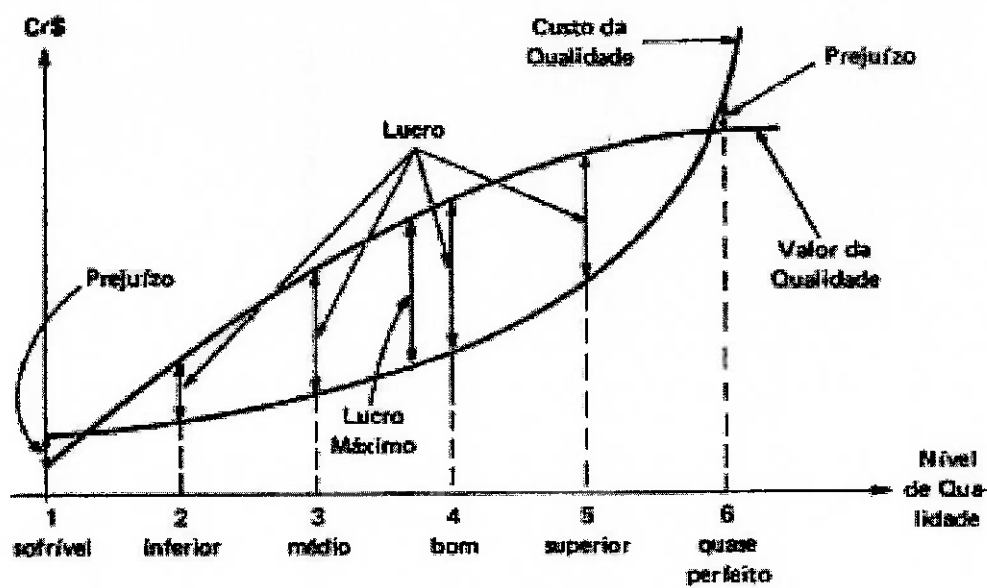
Adaptado de Álvaro José de Almeida Calegari, (CALEGARI,1985), o objetivo de um Programa de Custos da Qualidade é o de fazer com que a viabilidade do produto ou serviço seja conseguida ao mínimo custo possível. Isto pode ser determinante para a saúde financeira e econômica de uma empresa, tomando-a mais competitiva, aumentando sua participação no mercado e provocando maiores lucros.

Este programa de custos envolve todos os segmentos do ciclo de trabalho relacionados com a Qualidade e ajuda a analisar o desempenho do trabalho, apontando áreas problemáticas importantes; programar as atividades da qualidade, com máximo efeito e uso mais efetivo dos recursos disponíveis e preparar um orçamento realístico das atividades relacionadas com a Qualidade.

### 2.6.1 Custo e Valor da Qualidade do Projeto

A Qualidade do Projeto é determinada durante o estágio de projeto do produto ou serviço. O custo para obtenção de determinado nível de qualidade cresce à medida que o nível de qualidade sobe. Para o alcance de níveis de perfeição, o custo possivelmente será proibitivo. Por outro lado, o valor da qualidade no mercado não sobe na mesma proporção, pois ele depende do comportamento dos consumidores, que poderão achar não justificado pagar além de certos limites, mesmo com maior excelência do produto ou serviço (Calegari, 1985).

O gráfico da figura 1 ilustra melhor o crescimento do custo e do valor de acordo com o nível da qualidade.

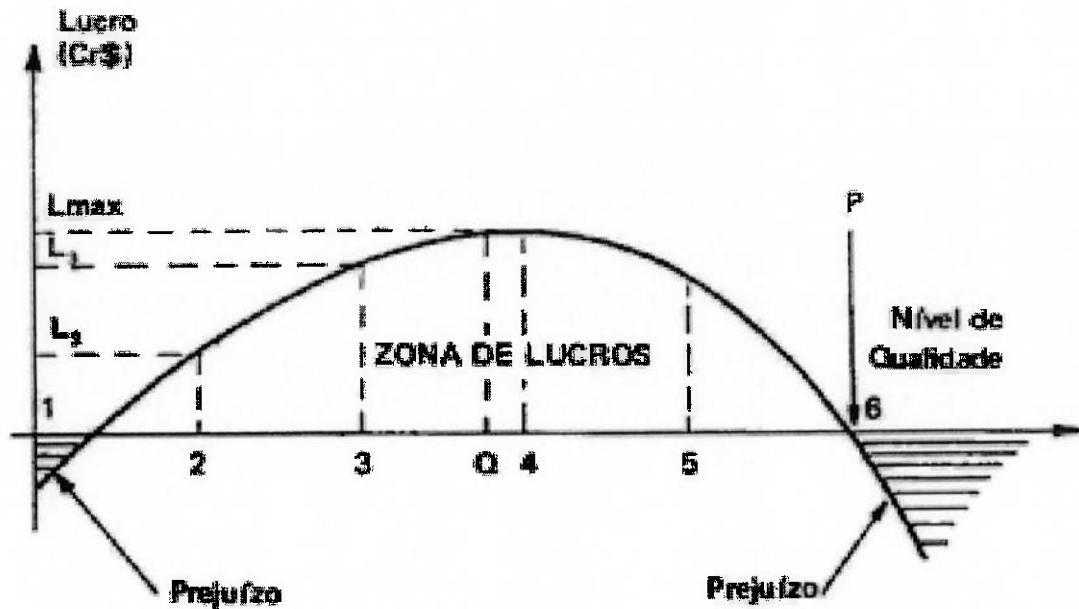


Custo e Valor da Qualidade do Projeto.

Figura 1 - Custo e Valor da Qualidade do Projeto.

$$\text{Lucro} = \text{Valor da Qualidade} - \text{Custo da Qualidade}$$

O gráfico da figura 2 mostra a curva de Lucros, como função do nível da Qualidade.



Curva de Lucros em Função do Nível da Qualidade.

Figura 2 - Curva de Lucros em função do nível da Qualidade.

### 2.6.2 Custos Relacionados com a Qualidade de Conformação

A qualidade obtida na conformação de um produto determina, em geral, o número e a importância das falhas que vão ocorrer. Assim, se um produto é perfeito, é justo esperar-se que ele não tenha falhas ou que o custo associado a suas falhas seja próximo de zero.

O gráfico da figura 3 indica que, à medida que a qualidade de conformação vai aumentando, o custo das falhas vai diminuindo.



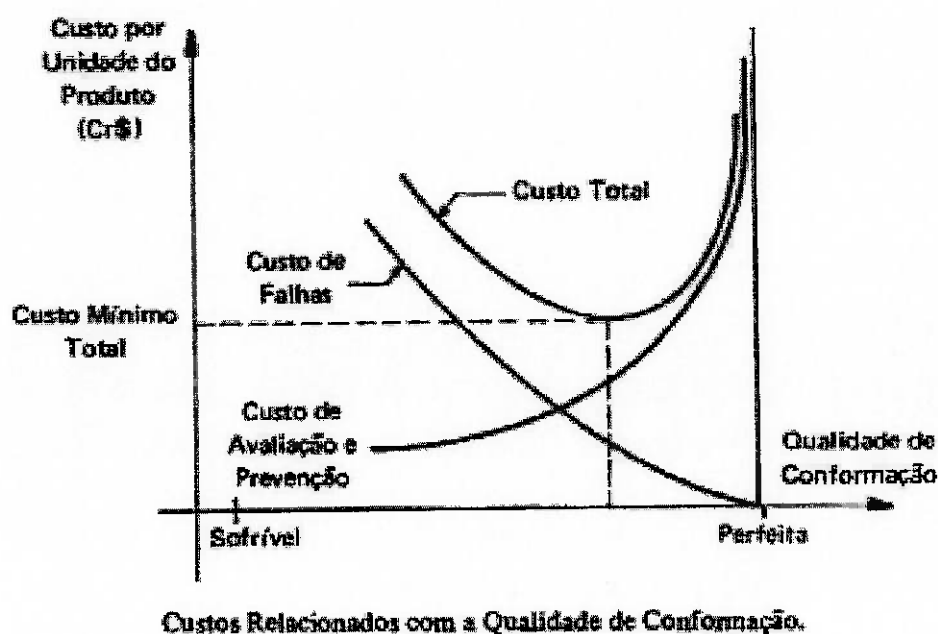


Figura 3 - Custos Relacionados com a Qualidade de Conformação

Por outro lado, para se obter produtos com menor número de defeitos, deve-se investir em prevenção e em controle de qualidade com avaliação da viabilidade financeira. Assim, para que a qualidade aumente, o custo de prevenção e avaliação deve subir. Isto também está indicado na figura acima, onde se pode verificar a obtenção de zero defeitos implica em custos que tendem a infinito. O custo total é dado pela soma dos custos de falhas, avaliação e prevenção. O trecho de interesse dessa curva é representado no gráfico da figura 4.

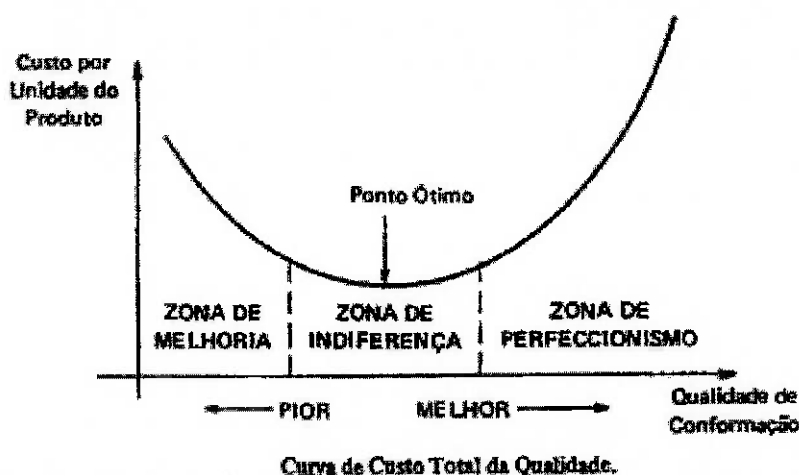


Figura 4 – Curva de Custo Total da Qualidade

Na zona de melhoria, um investimento adequado em avaliação e prevenção produz uma grande redução no seu custo total da qualidade. Assim, obtêm-se melhores produtos, com custos menores.

A zona de perfeccionismo é aquela onde a melhoria da qualidade de conformação só é conseguida com substancial aumento do custo total da qualidade. Nesta zona, geralmente o custo da avaliação excede o custo das falhas, com um esforço prejudicial em controle da qualidade. Neste caso é conveniente:

- Comparar o custo-benefício da detecção do defeito. Verificar o prejuízo que a não detecção pode trazer.
- Rever os padrões de qualidade para verificar se eles são realistas, em função da adequabilidade para o uso esperado.
- Verificar se é possível reduzir o número de inspeções, através de controle estatístico, monitoramento e uso de capacidade do processo, bem como do autocontrole.

A zona de indiferença é aquela, onde o custo total muda pouco com a variação da qualidade de conformação. Às vezes ela é caracterizada pelo fato de o custo de falhas ser próximo da metade do custo total da qualidade, sem que isto seja regra geral.

O custo total da Qualidade representado pelo gráfico da figura 6, pode ser dividido em 4 categorias principais:

- 1- prevenção;
- 2- avaliação;
- 3- falhas internas; e
- 4- falhas externas.

### 1- Prevenção:

Custos associados com o planejamento, implementação e manutenção de um sistema de garantia da qualidade que assegure conformidade aos requisitos da qualidade, a níveis econômicos. Estão relacionados basicamente com o esforço da empresa para prevenir a ocorrência de defeitos.

### 2- Avaliação:

Custos necessários para se determinar o grau de conformidade do produto com as especificações técnicas. Os principais elementos dos custos de avaliação são os custos de matérias primas, mão de obra e equipamentos necessários para inspeção ensaio de matérias primas, produtos em processo e produto final.

### 3- Falhas Internas

São os custos associados a matérias primas, componentes, subconjuntos e equipamentos que não satisfazem os requisitos de qualidade. Eles podem ser:

- Perda de material e mão de obra
- Retrabalho e reparo
- Reinspeção e reteste
- Análise de falhas
- Horas improdutivas
- Correção do projeto quando as inspeções indicarem falhas
- Custo por cancelamento quando a análise indicar não conformidade
- Custo de inspeções extras

#### 4- Falhas Externas

Custo que surgem quando produtos, componentes e materiais falham no atendimento ao requisito da qualidade após a distribuição. Eles podem ser:

- Custo de assistência técnica
- Custo de produtos rejeitados e devolvidos
- Reparo dos materiais devolvidos
- Investigação de reclamações de clientes
- Pagamento de garantia e custos legais

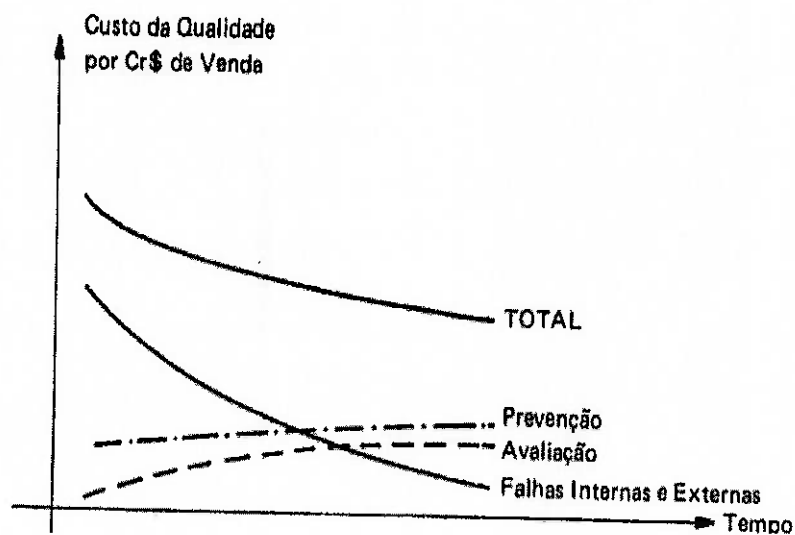


Figura 5 – Custo da Qualidade no Tempo

#### 2.7 Movimentos Ineficientes do Operador

Movimentos ineficientes do operador são aqueles movimentos desempenhados pelo operador os quais impedem a eficiência da operação, prejudicando assim a qualidade da atividade a ser executada e conseqüentemente a qualidade do produto em questão.

Movimentos ineficientes não adicionam nada ao valor do produto. Ao invés disso, eles aumentam o gasto de energia humana, aumentando o esforço por parte do operador.

Se desejarmos verificar uma peça para ver se ela confere com as especificações estabelecidas no desenho, usamos uma escala, micrômetro ou outra ferramenta de medir. Se desejarmos, no entanto, verificarmos a eficiência do operador no trabalho, nós não temos nenhuma ferramenta mecânica para tal avaliação. Ao invés disso, temos que confiar no método de medir seu trabalho, ou seja, número e tipos de movimentos que ele desempenha, em relação ao que ele produz (peças produzidas em uma determinada unidade de tempo).

Porém, até termos consciência de movimentos e o significado de movimentos, estaremos limitados na nossa habilidade de observarmos uma operação para tentarmos possibilidades de melhorias. Nós, primeiramente devemos adquirir a habilidade de ver a atividade de um operador na forma de uma série de unidades distintas ou movimentos físicos. Movimento consciente e, na verdade, uma extensão de nossa habilidade de observar. Quando operações são descritas em termos de movimentos, tanto eficientes como ineficientes estes são mais facilmente avaliados e mais rapidamente melhorados .

A importância de análise de movimentos é baseada no fato que o número e extensão de movimentos requeridos para desempenhar uma tarefa determine o tempo, esforço, em troca, o custo da operação. Segue, então, que qualquer redução no número ou extensão de movimentos ineficientes reduzirá o tempo e o custo de uma operação.

Na prática, uma análise de movimentos ineficientes do operador é simplesmente uma observação mais próxima de movimentos do operador em desempenhar uma tarefa, acompanhada por perguntas conscientes à sua eficiência, dirigida a obter o objetivo de tal tarefa.

Ao observar uma operação, será notado que algumas das coisas que o operador faz são eficientes e, portanto, contribuem para os resultados desejados, enquanto outras são ineficientes e somente adicionam mais tempo para desempenhar uma tarefa. Por exemplo, os movimentos requeridos para transportar o vidro até o veículo. Se o operador montar o vidro no veículo imediatamente em frente à mesa de descarga do robô, ele estará desenvolvendo uma atividade necessária para operação, se por outro lado o operador adianta a operação montando o vidro em estações anteriores à determinada, esta operação de transporte é totalmente ineficiente a atividade de montagem.

Há várias condições existentes em muitas operações de manufatura as quais são as responsáveis por movimentos ineficientes do operador. Elas incluem condições tais como a seguir:

### **2.7.1 Projeto Inadequado do Local de Trabalho**

Um local de trabalho devidamente projetado incluirá um layout eficiente bem como espaço adequado. O posicionamento de estoques e controles da máquina devem ser tais que a distância total percorrida pelas mãos do operador ao efetuar o ciclo, sejam mantidos ao mínimo possível. Por exemplo, no ponto final de um estágio no ciclo, a mão do operador deverá estar o mais próximo possível do local de trabalho onde o passo seguinte deverá ser iniciado. O tamanho, forma, e localização dos containeres de estoque devem ser influenciados pelo tamanho da peça bem como sua frequência de uso.

### **2.7.2 Falta de Ferramentas e Equipamentos Inadequados**

Obviamente o operador deve ter as ferramentas certas para fazer o serviço. Quando ferramentas padrões são requeridas, e o operador está usando-as adequadamente, as ferramentas não estão causando ineficiência na operação, porém,

grande parte de operações de manufatura emprega ferramentas e equipamentos não padrões, as quais são projetadas especificamente para uma determinada operação, que é o caso da célula de colagem de vidros. Infelizmente, estes projetos freqüentemente não satisfazem os requisitos da operação. Se uma peça não é posicionada facilmente no dispositivo, esta requer tempo adicional de posicionamento peça. Se uma peça é obrigada a ser segurada na mão durante o processo, na verdade as mãos do operador estão servindo como dispositivos. Ferramentas manuais especiais podem ser fornecidas freqüentemente para simplificar uma operação. Peças pesadas ou controle de máquinas as quais requerem esforço razoável para operar, causam ineficiência.

### **2.7.3 Condição e Configuração de Materiais**

A condição de material bruto freqüentemente causa dificuldades de manuseio. Peças engraxadas podem requerer mais tempo para pegar e posicionar; materiais com bordas cortantes requerem cuidados extras, etc. A forma e dimensões das peças também causam dificuldades. Peças pequenas comuns em conjuntos pequenos, exigem grande destreza e sensibilidade em manuseio. Por outro lado, materiais grandes e pesados geram uma variedade de problemas de manuseio. Portanto, as características dos materiais podem complicar facilmente a tarefa, e como resultado, mais suscetível a movimentos ineficientes.

### **2.7.4 Método Impróprio do Operador**

Uma das causas mais comuns em movimentos ineficientes pode ser facilmente encontrada no método utilizado pelo operador. Em uma fábrica que emprega milhares de operadores, sujeitas a mudanças freqüentes de produto, muitos dos operadores são colocados no trabalho com um mínimo de instrução do serviço a ser executado pelo mesmo. Portanto o operador irá adotar "a sua maneira de fazer as coisas". Mesmo o operador treinado tenderá a usar o seu método próprio. Estes

"métodos próprios" freqüentemente ocasionam a maneira mais difícil de executar as tarefas. Podemos citar alguns exemplos tais como: passar freqüentemente uma peça de uma mão para outra; pegar uma peça e colocá-la na bancada diversas vezes durante o processo; executar os passos de uma operação em tal seqüência na qual a máquina permanece ociosa aguardando o operador a acioná-la. Logicamente, cada operação deve ser estudada para aplicar o melhor método e então, cada operador deve ser treinado usando aquele método especificado. A maioria das operações de manufatura fornece um potencial contínuo para melhorias, através da aplicação de análise de movimentos ineficientes do operador.

### **2.7.5 Típicos Movimentos Ineficientes do Operador**

#### **1- Movimento Cego**

Definição - Movimentos executados pelo operador em locais não visíveis estando, portanto oculto o objetivo.

Causas possíveis - Projeto inadequado do dispositivo. Disposição inadequada do local de trabalho. Característica da peça. Barreiras no local de trabalho. Estoques inadequados do material.

#### **2- Segurar**

Definição - Parada temporária de movimentos musculares ativos a fim de ordenar e manter uma conexão precisa entre dois ou mais objetos ou movimentos.

Causas possíveis - Projeto inadequado do dispositivo. Desbalanceamento nas atividades manuais. Falta de treinamento do operador.

#### **3- Movimentos Desajeitados**

Definição - Movimentos de posição os quais requerem esforço para mantê-los. Esforços que são adicionados aos que normalmente são exigidos na execução do trabalho. Movimentos que requerem posições anormais do corpo.



Causas possíveis - Peças e ferramentas inacessíveis. Barreiras na área de trabalho.  
Localização inadequada dos controles. Material fora da área de trabalho.

#### 4- Mudança de Controle

Definição - Peça ou ferramenta transferida de uma mão para outra.

Causas possíveis - Falta de locais para segurar adequadamente a ferramenta. Falta de treinamento do operador. Disposição inadequada do local de trabalho no tocante ao material e as ferramentas .

#### 5- Movimentos Complicados

Definição - Movimentos que requerem muita habilidade manual.

Causas possíveis - Características da operação. Falta de recursos adequados.

#### 6- Esforço Excessivo

Definição - Atividades que requerem esforço acima da média. Atividades que requerem mais movimentos do que seriam necessários para a execução do trabalho.

Causas possíveis - Ferramentas pesadas ou equipamentos mal balanceados. Barreiras que dificultam o acesso ao posto de trabalho.

#### 7- Espera

Definição - Esperando com a ferramenta, peça, equipamentos ou de mãos vazias, pela próxima operação. Descansando dos efeitos do trabalho anterior. Aguardando novas tarefas

Causas possíveis - Esperando a máquina acabar o ciclo. Esperando o próximo operador ou operação. Desgaste Físico do operador. Falta de padronização ou treinamento.

#### 8- Movimento Perigoso

Definição - É um movimento que pode por em risco a segurança do operador ou das pessoas que se encontram ao seu redor.

Causas possíveis - Formato físico ou condições da peça ou equipamento. Grades ou equipamentos de segurança inadequados ou inexistentes. Peças ou equipamentos mal posicionados que podem descontrolar-se por inércia ou gravidade. O operador está incapacitado de ver ou verificar o que esta fazendo.

#### 9- Movimento Direcionado

Definição - É o movimento que não pode ser completado até que os olhos determinem a posição final. Movimento guiado pelos olhos.

Causas possíveis - Falta de locais para segurar adequadamente na peça ou ferramenta. Falta de treinamento do operador. Disposição inadequada do local de trabalho das ferramentas.

#### 10- Movimento Longo

Definição - Qualquer movimento fora da área normal de trabalho. Qualquer movimento que pode ser reduzido em sua linha de ação, sem se tornar desajeitado.

Causas possíveis - Localização inconveniente do material. Disposição inadequada do local de trabalho e das ferramentas ou equipamentos. Dois locais de trabalho com operações seqüenciais, obrigando uma caminhada . O operador tem que enfrentar barreiras.

#### 11- Puxando ou Empurrando

Definição - O operador empurra ou força uma peça ou ferramenta. O operador levanta, move ou empurra peças, ferramentas ou equipamentos com dificuldade, usando os músculos com uma alavanca .

Causas Possíveis - Interferência de matérias externas (ex.: Sujeira, óleo).Falta de contrapesos adequados, etc. Formato físico ou condições da peça ou ferramenta. Controle de qualidade ausente ou inadequado.

## 12- Posicionamento

Definição - Uma série de pequenos movimentos em torno de uma determinada posição, antes que a peça seja finalmente localizada.

Causas possíveis - Falta de locais para posicionamento na peça ou equipamento .

O operador está incapacitado de observar claramente devido a obstrução causada por uma peça ou dispositivo.

## 13- Movimento desatenção

Definição - Operador falha ao apanhar uma peça ou equipamento seguramente; na primeira vez deixa-o cair, e então, tem de apanha-lo novamente.

Causas Possíveis - Peças sujas ou engraxadas. Área de trabalho restrita. Containeres ou sistema de alimentação inadequados. Características físicas da peça.

## 14- Perda do Controle

Definição - A ferramenta tem de ser usada novamente dentro de poucos segundos. É abandonada e posteriormente apanhada novamente.

Causas possíveis - Falta de dispositivos de pré-posicionamento para as ferramentas.

Disposição inadequada do local de trabalho. Desbalanceamento das atividades manuais.

## **2.8 Ação Corretiva para Movimentos Ineficientes**

Algumas correções possíveis baseadas na análise de movimentos ineficientes do operador:

1- Treinar o operador a usar o melhor método com facilidades disponíveis em seu plano existente.

2- Modificar seqüência das operações para maximizar a utilização do operador e minimizar o tempo ocioso de parte de uma ou ambas as mãos (trabalho balanceado entre as mãos) .

- 3- Modificar seqüência de operações para ocupar o operador durante o ciclo da máquina.
- 4- Arranjo de estoque do local de trabalho minimizando alcance das mãos e manuseio duplo.
- 5- Considerar controles de reposicionamento, movimentos de mudança e esforço necessário para acionar controles.
- 6- Prover dispositivos simples para eliminar peças nas mãos durante processo .
- 7- Modificar dispositivos provendo facilidades de alimentação, retirada e localização exata das peças (ex. pinos de guia, etc.).
- 8- Dobrar o número de dispositivos de modo a ocupar ambas as mãos do operador. Portanto a fabricação de duas peças simultaneamente pode tornar-se possível.
- 9- Mudar projeto da peça para simplificar montagem ou processamento.
- 10- Considerar “pré-orientação” de estoque ou peças, se elas são difíceis de segurar ou posicionar no dispositivo.
- 11- Fornecer ferramentas manuais especiais quando simplificarem uma operação.
- 12- Prover assistência mecânica quando peças pesadas, partes de máquinas ou outro equipamento exigir esforço de manuseio acima da média.

### 3 PROCESSO DE MONTAGEM DO VIDRO PARABRISA E VIDRO VIGIA

O processo de montagem de automóveis inclui várias etapas até que os vidro finalmente possam ser colados na carroceria, a seguir são apresentadas as principais fases do processo.

#### 3.1 Montagem da Carroceria

O processo de colagem de vidros na carroceria do automóvel, também requer que algumas montagens anteriores sejam concluídas, para que tenhamos uma seqüência lógica e contínua de alocação de peças, conjuntos e subconjuntos na carroceria, os quais serão posicionados em seus respectivos locais e posteriormente fixados a fim de exercer de forma eficaz suas funções. A seqüência de montagem é feita de acordo com o fluxograma da figura 6.

1. A linha de montagem recebe do departamento de pintura a carroceria toda calafetada e pintada em estado final de acabamento. A primeira operação consiste em remover as portas da unidade dispondo-as em uma linha de montagem específica, para montagem de portas, esta linha é chamada de "DOORS OFF" e colocação de proteções na carroceria em regiões como paralamas e laterais para que a pintura esteja livre de danos que potencialmente poderá ocorrer durante o processo de montagem.
2. Em seguida o conjunto de fios, que denominamos de chicote da carroceria, é alocado e fixado por toda a extensão da carroceria.
3. Uma vez instalado o chicote da carroceria inicia-se a colocação dos isoladores de calor e ruídos que são mantas de espuma e /ou tecidos que ficam instalados diretamente em contato com a chapa,

principalmente no assoalho e no painel frontal que divide o compartimento interno com o compartimento do motor.

4. São montadas peças adicionais a carroceria como, cintos de segurança, reguladores de altura do cinto, alguns interruptores de portas, fechaduras, alavanca do câmbio, alavanca do freio de mão, suportes no compartimento do motor, etc.
  
5. Depois de colocadas as peças menores, iniciam-se as montagens de peças de acabamento como as coberturas de painéis internos de acabamento que de algum modo possa interferir com o processo de colagem dos vidros, ou seja, peças que tenha contato direto com o vidro e como exemplos podemos citar as coberturas das colunas A, B, C, e coberturas de painéis laterais de acabamento, forro do teto o qual é uma peça de acabamento a qual cobre toda a parte interna superior do veículo e complementos como quebra sol, alça do teto e luzes de leitura.
  
6. Dando seqüência ao processo, a próxima etapa é a montagem do painel de instrumentos, que fora previamente montado e testado em uma linha de montagem auxiliar, paralela a linha principal. O painel de instrumentos deve ser instalado na carroceria antes da montagem do vidro, uma vez que para fixar este conjunto, é necessário fixar parafusos que ficam localizados bem próximo da região em que o vidro será instalado, assim facilitando a operação de montagem.
  
7. O veículo que se encontra nesta etapa do processo está pronto para receber o vidro pára-brisa e vigia.

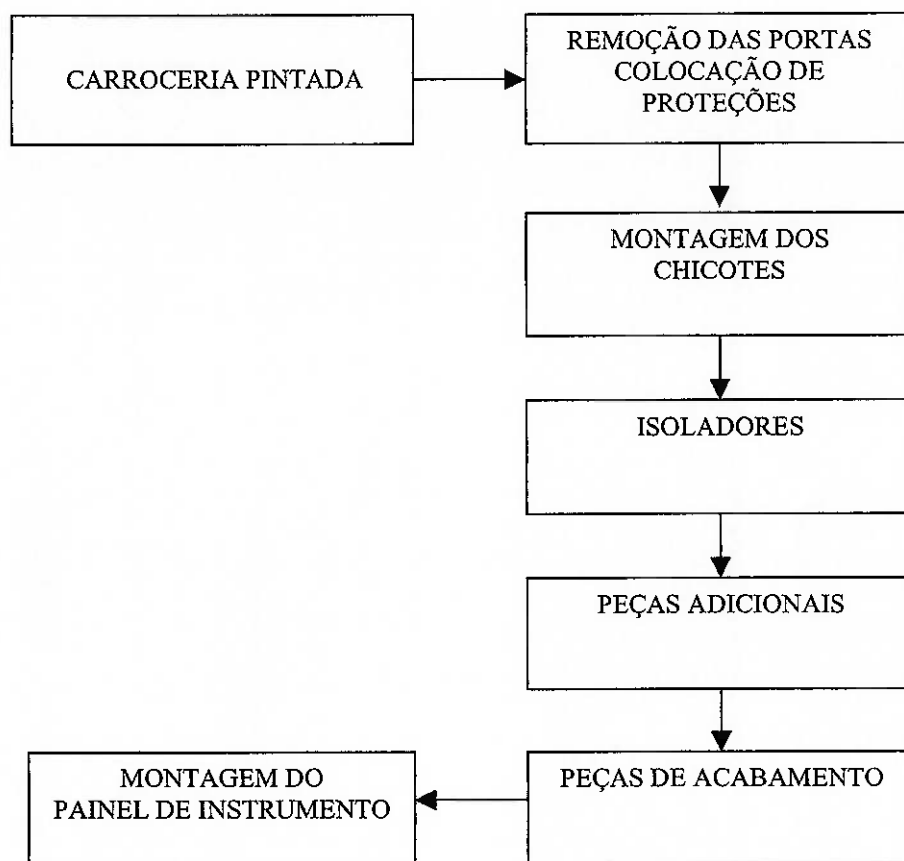


Figura 6 – Fluxograma da Montagem da Carroceria

### 3.2 Descrição do Processo de Pré-montagem do Vidro e Instalação na Carroceria

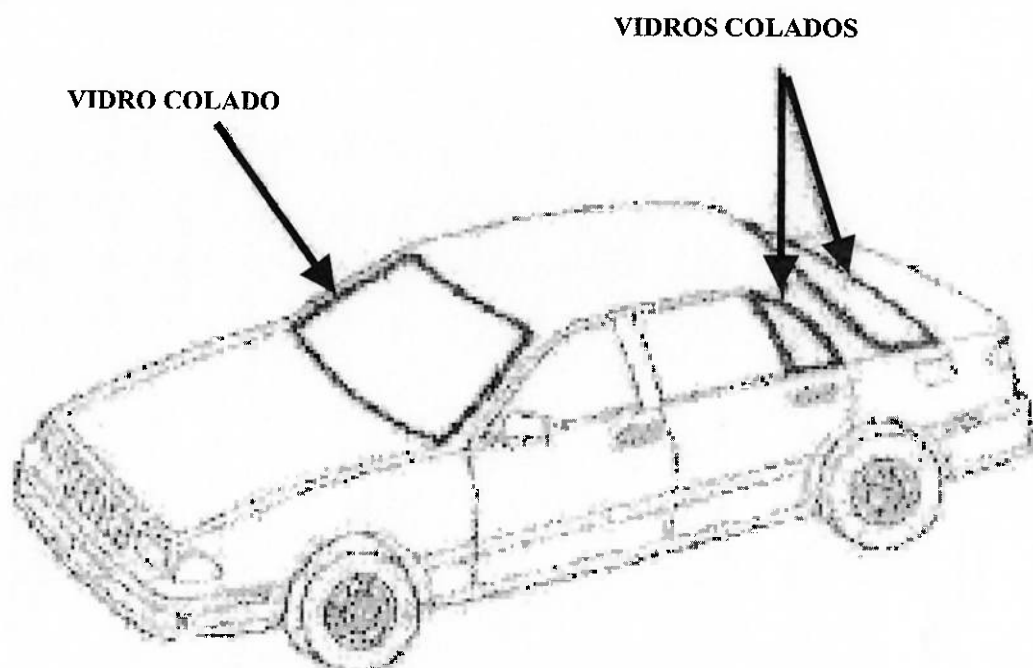


Figura 7 – Visualização dos Vidros Colados

Considerando que as premissas anteriores foram obedecidas, podemos agora considerar que a carroceria esteja pronta para receber a colagem do vidro , portanto, tanto o vidro parabrisa quanto o vidro vigia necessita ser preparados e pré montados.

O operador pega o vidro, que está disposto em um “rack” que tem capacidade de armazenar aproximadamente 35 vidros na posição vertical (fator que depende do tamanho do vidro), e dispõem o vidro em uma bancada contendo quatro ventosas para apoio e fixação do vidro na posição horizontal de forma que a face interna do vidro ( a face que ficará localizada para dentro do veículo ) fique para cima.

Nestas condições:

1. Operador inicia a colocação da guarnição de borracha por todo o contorno do vidro ou parcialmente, dependendo do modelo do veículo, pois há modelos que



as guarnições somente são montadas posteriormente ao vidro estar colado na carroceria.

2. Cola selos adesivos (propaganda) se necessário, conforme lista de opcionais.
3. Aplica o “Primer” de Limpeza na região onde será depositado o uretano, utilizando um aplicador manual, espera aproximadamente 5 segundos até que o produto evapore totalmente.
4. Aplica o Primer de Vidro com aplicador manual semelhante ao utilizado anteriormente sobre o Primer de Limpeza.
5. Instala o retrovisor interno e dispõe finalmente o vidro já preparado em um dispositivo próximo a mesa de carga do robô de aplicação de adesivo.

Temos também o recurso de aplicação dos dois tipos de Primer pelo robô.

Após o vidro preparado, o operador posiciona o mesmo na mesa de carga do robô e aciona o botão de início de ciclo, então o robô “puxa” o vidro para dentro da célula, equaliza o vidro (posiciona-o de maneira correta), a equalização do vidro é executada por apalpadores que além de posicionar o vidro, ele parametriza a dimensão do vidro mandando informações para que o sistema reconheça qual modelo de vidro está presente para então iniciar a operação de aplicação de “primer”.

O robô inicia o ciclo no sentido anti-horário aplicando o “primer “ de limpeza e retorna no sentido anti-horário aplicando “primer” de vidro, neste momento a aplicação de “primer” está concluída.

O vidro, uma vez preparado, passará pela operação de aplicação de uretano. O vidro é equalizado, igualmente como no processo de aplicação de “primer”, o sistema reconhece qual o modelo de vidro está na mesa de aplicação e então se inicia a aplicação de uretano no vidro.

Depois de concluir o ciclo, o vidro já com o adesivo aplicado é pego pela mesa de descarga, a qual disponibiliza o vidro para a dupla de montadores, que por sua vez, utilizando um par de ventosas por operador, removem o vidro da mesa de descarga, andam até a carroceria carregando o vidro na mão e executam finalmente a montagem do vidro na carroceria.

Após o vidro instalado na carroceria inicia-se a operação de posicionamento dos pinos de ajuste do vidro, que são pinos excêntricos, os quais permitem que o vidro depois de instalado permaneça posicionado adequadamente até a cura completa do uretano. Vale ressaltar que alguns modelos de carros, não utilizam estes pinos de ajuste, desta maneira, são utilizadas fitas adesivas para sujeitar o vidro em sua posição correta evitando deslocamento até a completa cura do uretano.

Um fator importante a ser considerado é, se algum componente for instalado no vidro quando este já estiver sido montado / colado na carroceria e for necessário aplicar uma força contra o mesmo, poderemos causar um movimento do vidro, portanto é aconselhável que qualquer operação seja executada após 30 minutos no mínimo.

Também é necessário que a flange da carroceria seja preparada para que o vidro possa ser colado sobre ela. Considerando que a carroceria esteja pintada, é necessário que a flange esteja livre de poeira e substâncias gordurosas, fatores estes que prejudicam a eficiência da colagem do vidro.

Após finalização do processo de montagem do veículo, parte interna externa e mecânica, o mesmo é levado ao teste de vazamento de água. Todos os veículos devem ser montados e vedados de maneira a serem submetidos a um teste de água sem que apresentem evidências de vazamento. O tempo permitido para o teste de vazamento é de 3 minutos dentro da cabine de testes. Se o auditor considerar necessário remover painéis de acabamento laterais ou carpetes, para verificar se há infiltração de água, isto é perfeitamente possível. Depois de terminado o teste, retirar o veículo da cabine, abrir todas as portas e visualmente procurar por entrada de água.

A entrada de qualquer quantidade de água, mesmo que seja uma gota, no compartimento de passageiro ou no compartimento de bagagem, será reconhecida como infiltração de água e, portanto uma discrepância que deverá ser analisada corrigida e ter um plano de contenção.

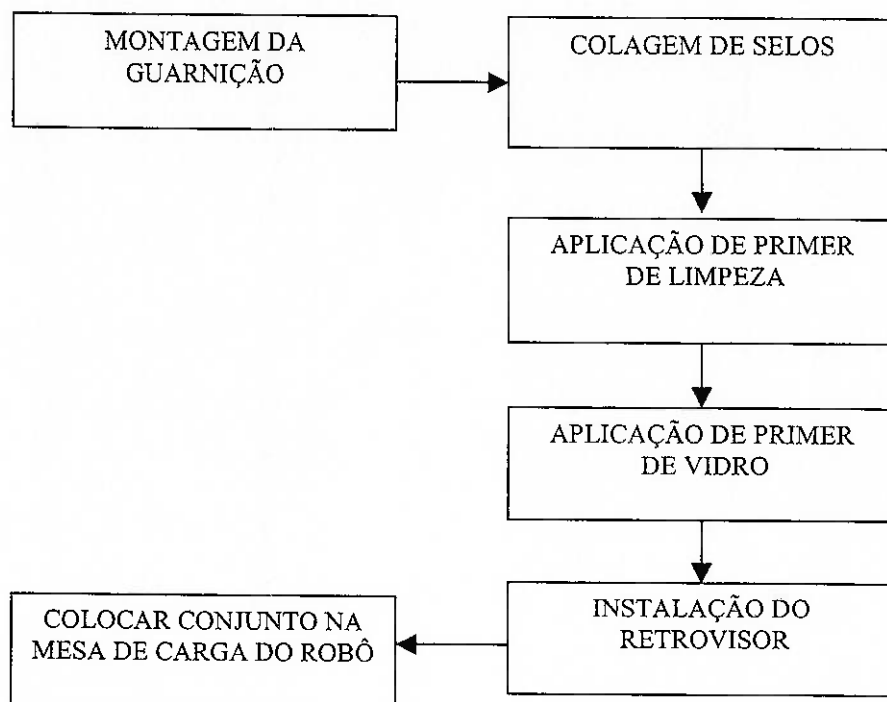


Figura 8 -- Fluxograma da Pré Montagem do Vidro

### 3.3 Materiais Utilizados para Colagem do Vidro

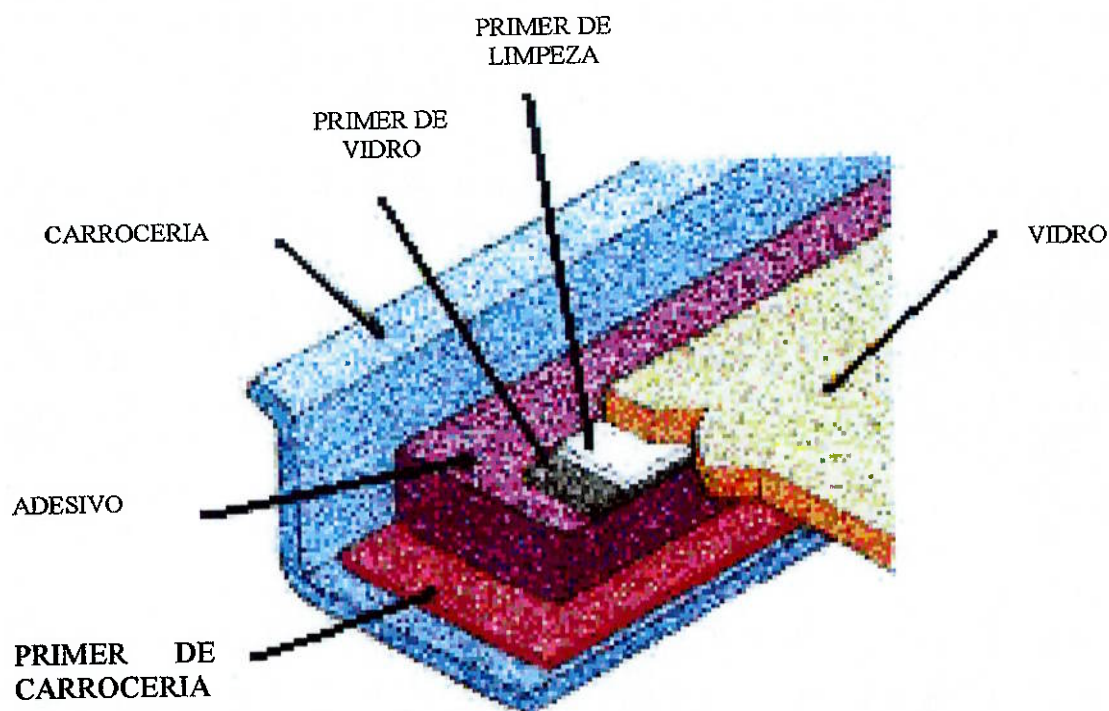


Figura 9 – Vista em Corte dos Materiais Utilizados na Colagem do Vidro

Os carros produzidos até a década de 80, usavam uma tecnologia onde os vidros eram fixados na carroceria utilizando-se um material de borracha chamado de guarnição, esta guarnição era o elemento pelo qual o vidro se fixava no flange da carroceria. O processo de montagem consistia em encaixar o conjunto vidro mais guarnição na carroceria e para isto ocorrer era necessário bater no vidro o que muitas vezes ocasionava quebra. Também era necessário fazer a calafetação da carroceria onde se aplicava uma massa de vedação entre a guarnição e a carroceria para impedir infiltração de água para dentro do veículo.

Na década de 90 a GM lançou no mercado nacional, seu primeiro carro com vidro colado, o Kadett e porque vidros passaram a ser colados?

- Design, pois permite reduzir a espessura das colunas e a saliência entre o vidro e a carroceria.

- Melhoria da aerodinâmica.
- Funcionalidade.
- Perfeita vedação contra penetração de água, poeira e ruídos.
- Possibilita aplicação inteiramente automatizada segurança por ter uma colagem estrutural, dá maior resistência ao arrancamento em situações de impacto ou tração.
- Compõe a estrutura do veículo.

### **3.3.1 Ativador de Superfície de Vidro (Cleaner)**

Descrição: produto à base de organosilano e solvente cuja função é ancorar o sistema adesivo sobre o vidro, preparando a superfície para a aplicação do primer para vidros.

Aparência: líquido transparente, levemente amarelado.

Aplicação: robotizada com auxílio de feltro de lã natural ou manual com cotonetes de lã natural ou frasco com bico aplicador específico.

Deve-se observar que os vidros deverão estar limpos, livres de poeira ou oleosidades, em caso de necessidade de limpeza prévia do vidro é recomendada a utilização de álcool isopropílico (isopropanol), os recipientes deverão ser mantidos fechados e evitar qualquer contaminação por umidade do ar, a contaminação é caracterizada pela alteração de tonalidade, passando para esbranquiçada (turva), com formação de precipitado. Nesse caso o material não deve ser utilizado.

Tempo recomendado após aplicação: imediato

### **3.3.2 Promotor de Adesão para Vidros (Glass Primer)**

Descrição: produto à base de poliuretano cuja função é promover a fixação do adesivo sobre o vidro e protegê-lo contra os raios u.v., reforçando a proteção da serigrafia.

Aparência: líquido negro

Aplicação: robotizada com auxílio de feltro de lã natural ou manual com cotonetes de lã natural ou frasco com bico aplicador específico.

Agitação: necessária antes da utilização, garantindo a total homogeneização do material / Tempo mínimo 30 seg. : agitação manual / mecânica.

Materiais embalados em baldes de 18 litros para uso no robô: agitação mecânica (tamboreamento) e também no robô, o sistema de recirculação mantém o produto homogêneo.

Os recipientes deverão ser mantidos fechados para evitar qualquer contaminação por umidade do ar. A contaminação é caracterizada pela formação de grumos e aumento de viscosidade. Nesse caso, o material não deve ser utilizado.

Tempo de espera recomendado após aplicação: 30 segundos (tempo diretamente influenciado pelo tipo de aplicação e temperatura).

### **3.3.3 Promotor de Adesão para Carroçaria (Body Primer)**

Descrição: produto à base de poliuretano cuja função é promover a fixação do adesivo sobre superfície metálica pintada ou moldura de vidros encapsulados.

Aparência: líquido negro.

As superfícies de aplicação deverão estar limpas, livres de poeira ou oleosidades. a limpeza prévia deverá ser feita com álcool isopropílico (isopropanol).

Agitação: necessária antes da utilização, garantindo a total homogeneização do material / Tempo mínimo: 30 segundos: agitação manual / mecânica.

Os recipientes deverão ser mantidos fechados para evitar qualquer contaminação por umidade. A contaminação é caracterizada pela formação de grupos e aumento da viscosidade, nesse caso o material não deve ser utilizado.

Tempo mínimo de espera recomendado após aplicação: 15 segundos.

### **3.3.4 Adesivo Selador para Pré-aplicação em Vidros - HV3.**

Descrição: adesivo estrutural à base de poliuretano cuja função é fixar os vidros à carroçaria, conferindo segurança, estrutura de vedação (estanqueidade).

Aparência: massa viscosa, tixotrópica de coloração negra.

Aplicação: robotizada ou manual com auxílio de pistola (mecânica ou pneumática).

Após a extrusão do cordão de adesivo sobre o vidro, o mesmo deverá ser posicionado e colado na carroçaria, no máximo, em 5 minutos.

Os tambores deverão ser mantidos fechados para evitar qualquer contaminação por umidade do ar.

O material exposto ao ar é caracterizado por formação de película / camada polimerizada. nesse caso o material não permitirá aplicação.

### 3.3.5 Vista Esquemática em Corte

Exemplificando as camadas existentes no processo de colagem do vidro na carroceria considerando todas as camadas existentes desde a chapa até o vidro.

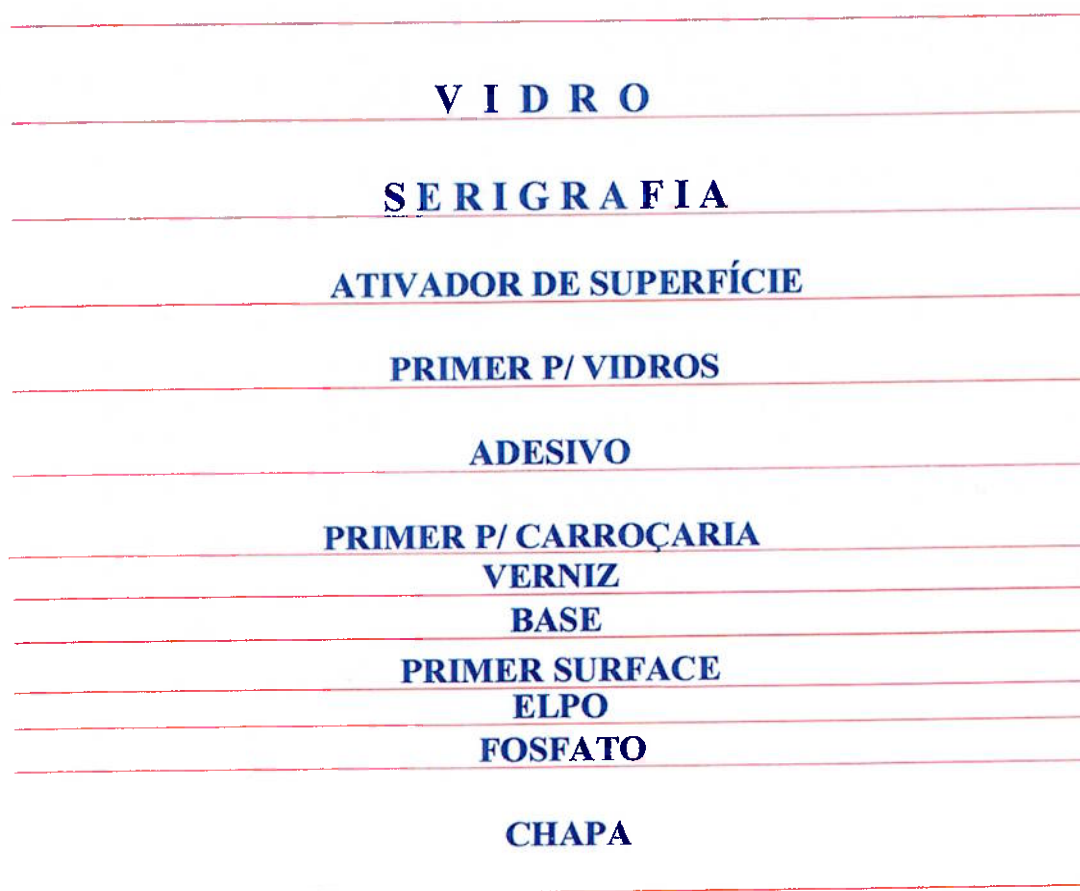


Figura 10 – Vista Esquemática em Corte das Camadas



## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise das Falhas do Processo de Colagem de Vidros

Após seis meses levantando dados, em dois turnos de trabalho, foi levantado a porcentagem de veículos que apresentaram algum tipo de falha e que necessitava de uma intervenção de modo a solucionar o problema do veículo, ou seja, passar pelo processo de retrabalho.

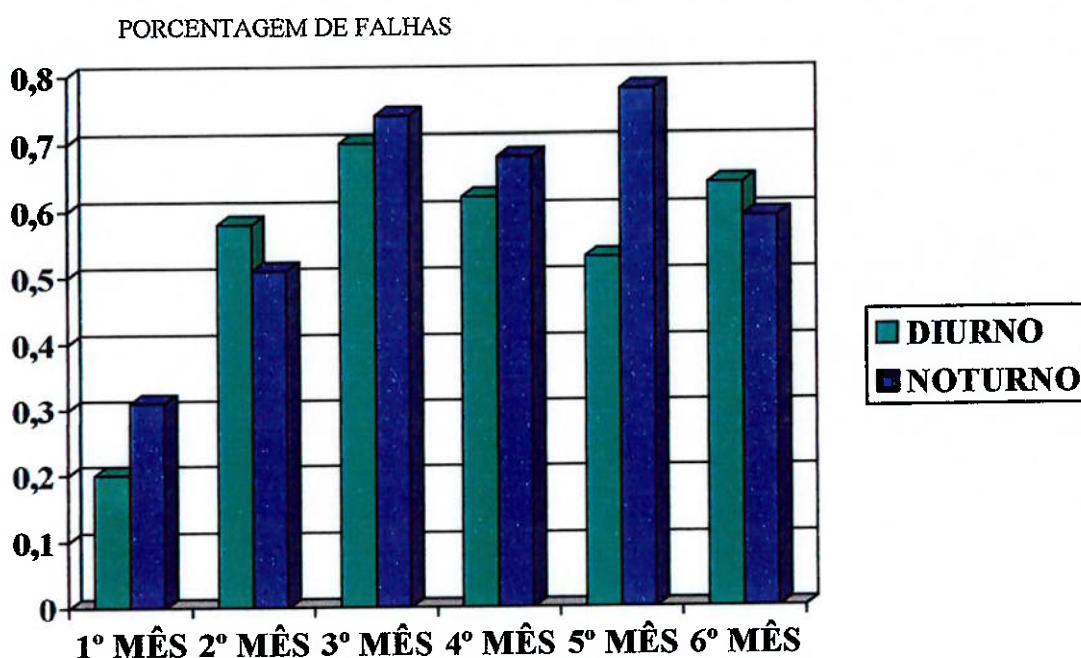


Figura 11 – Gráfico de Falhas

Analisando as informações do gráfico acima, podemos identificar que em ambos os turnos, a taxa de falha é semelhante e que fatores externos influenciam no processo. Com base em análises realizadas nos veículos que apresentaram falhas, e foram retrabalhados, foi identificado que dois tipos de falha predominavam. Estas falhas podem ser resumidas em vazamentos de água para o interior do veículo e vidro mal ajustado em relação à carroceria.

Os problemas que enfrentamos atualmente estão ligados a fatos relacionados a qualquer falha que podemos ter no processo de colagem de vidro, estas falhas acarretam algum tipo de retrabalho que deverá ser executado no veículo. As falhas, as quais nos referimos estão relacionadas a problemas de colagem que implica em vazamento de água para o interior do veículo e problemas de ajuste, o qual também implica em retrabalho uma vez que o vidro fica posicionado de forma irregular na carroceria e prejudicando o visual do veículo. Devemos assim, eliminar os retrabalhos pesados e fazer certo da primeira vez, assim eliminando custos de retrabalho e consumo excessivo de material e tempo de mão de obra especializada e o mais importante, que é fazer um produto de qualidade cada vez melhor.

Estas falhas interferem de modo negativo na qualidade do veículo e principalmente o descontentamento do cliente proprietário do veículo. Estas falhas estão relacionadas em toda extensão do processo de colagem do vidro, podendo ser originada desde a fabricação do vidro de forma irregular por parte do fornecedor, também ser ocasionada no processo de aplicação do adesivo, e até ter uma falha de montagem provocada pelo próprio montador do vidro na carroceria.

A próxima etapa foi a investigação para se determinar as origens das falhas verificadas.

#### **4.2 Variáveis do Processo Relacionado às Falhas**

1- Dimensão do vidro – o vidro é uma peça que foi projetada para exercer uma determinada função que não deixa de ser de segurança, e para isto deve estar dentro de padrões estabelecidos pela montadora. Deverá portando estar conforme desenho de projeto e suprir as conformidades dimensionais e de formato, pois no ato da colagem do vidro no veículo, o mesmo deverá estar paralelo a flange da carroceria não podendo ter contato direto, caso contrário, devido a torção da carroceria aliado a rigidez do vidro este poderia trincar ou quebrar.

2- Perfil e Dureza da Guarnição – a guarnição é uma peça que tem uma dupla função. A primeira é não permitir o contato do vidro com a carroceria e segundo de proporcionar o acabamento com a carroceria do veículo. O perfil e a dureza da guarnição é um fator muito importante na montagem do vidro na carroceria, pois se alguma dimensão estiver em desacordo, a guarnição que um material a base de borracha, atua de modo a desajustar o vidro, ou seja, a guarnição perde o contato com a chapa prejudicando a aparência, pois tem um efeito de mola fazendo com que o vidro seja expulso da carroceria.

3- Programa de Aplicação de Uretano (posicionamento) – este é um fator preponderante diretamente ligado a qualidade da operação, pois é a partir do posicionamento do cordão de adesivo que daremos início ao processo. O robô deve depositar o uretano no vidro de forma a maximizar o contato entre ambos, pois o bico do robô não poderá simplesmente “ depositar “ o adesivo no vidro, deve também obedecer uma trajetória a qual coincida que o cordão de adesivo depositado no vidro possa entrar em contato com a flange da carroceria e finalmente consumir a colagem.

4- Perfil da Cola – O perfil do cordão da cola é triangular, onde a dimensão da área de contato com o vidro é de 8 mm e sua altura é de 14mm. Este é fator muito importante que deveremos ter um cuidado especial de controle, pois existem fatores externos que interferem diretamente no perfil da cola depositada no vidro. O primeiro fator é a temperatura ambiente, pois se tivermos um dia quente, consideramos temperatura ambiente acima de 26 graus C, a viscosidade do adesivo diminui, aumentando o volume de adesivo depositado e conseqüentemente alterando o perfil do cordão, neste caso o perfil fica maior. Em dias frios, consideramos temperatura ambiente abaixo de 26 graus C, o efeito é oposto e como conseqüência temos um perfil menor que é ainda mais prejudicial, pois acaba tendo menos volume de adesivo que o necessário. Deve-se observar que uma vez aplicado o adesivo no vidro, temos um período de tempo que este possa ficar em contato direto com o ambiente, este tempo é de 5 minutos, pois caso este tempo seja excedido o adesivo começa a sofrer o processo de polimerização, criando assim uma camada superficial

que impedirá o contato do adesivo com o flange da carroceria prejudicando o processo de colagem.

### **4.3 Plano de Aprimoramento da Qualidade**

A fim de atingir as metas e objetivos de qualidade da empresa, com base nos conceitos e critérios de qualidade já apresentados, foi montado um plano de aprimoramento da qualidade no processo de colagem de vidros, propondo modificações e alternativas para que as falhas possam ser minimizadas.

A situação está definida diante de um projeto e um conceito o qual devemos seguir e obedecer, portanto deve-se considerar que a qualidade do projeto é sólida e que sustenta a qualidade do produto final dentro dos padrões de qualidade exigidos pela Empresa.

A fidelidade do produto com suas especificações de projeto, o que é chamado de Qualidade de Conformação deve ser acompanhado por um departamento específico o qual tem como principal função, verificar se as peças compradas dos fornecedores estão em conformidade com as especificações de projeto.

No caso de vidros, existe um dispositivo de inspeção que permite que o vidro suspeito de não conformidade seja analisado. Este dispositivo permite que sejam verificados o tamanho do vidro e suas tolerâncias, e a curvatura do vidro verificando se existe deformações ou irregularidades que possam afetar a qualidade do processo de colagem.

Quanto à carroceria, também existe um dispositivo portátil o qual permite que o flange da carroceria seja inspecionada verificando se está em conformidade com o projeto. Este dispositivo também verifica o tamanho do chamado “óculos”, ou seja, a abertura da janela limitada pelo teto, coluna “A” lado esquerdo e direito e painel frontal. A abertura da janela deverá estar em conformidade dimensional pois se

estiver fechada o vidro não caberá na carroceria e se couber existirá o risco de trinca do vidro durante seu uso em campo, e se a abertura estiver muito aberta, poderá causar problemas de ajuste, acarretando infiltração de água para o interior do veículo e possivelmente ruído de vento. Vale lembrar que esta dimensão é checada em 100% da produção durante o processo de soldagem de carroceria.

Para atingir os objetivos de qualidade é imprescindível termos qualidade da matéria prima empregada no processo produtivo. Este aspecto pode ser evidenciado nos materiais utilizados no processo de colagem dos vidros, uma vez que eles devem obedecer à prazos de validade. Portanto não podem ser utilizados produtos com data de validade vencida ou até mesmo produtos com datas revalidadas. Estes produtos deverão ser armazenados em locais fechados, isentos de sol e umidade.

A temperatura ambiente é um fator que não pode ser desconsiderado no processo de colagem de vidros. Como o uretano é um material de alta viscosidade, quando a temperatura abaixa para níveis inferiores a aproximadamente 26°C, o uretano fica mais viscoso dificultando assim manter um fluxo constante de aplicação. Neste caso é necessário que um aquecimento seja feito no tambor e nas mangueiras que proporcionam que o uretano chegue até o bico de aplicação do robô de maneira que a aplicação ou deposição de uretano no vidro seja constante, não gerando falhas ou até mesmo falta de material. Se esta falha não for detectada antes que o vidro seja montado na carroceria, teremos uma grande chance de ter problemas de infiltração de água para dentro do veículo. Além de ter um sistema de aquecimento interligado ao processo de aplicação do uretano é viável que um alarme sonoro seja instalado para alertar o departamento de manutenção quando a temperatura do uretano baixar de 30°C.

Durante o processo de aplicação de uretano no vidro, aspectos importantes deverão ser observados. Primeiramente devemos avaliar se o vidro foi posicionado de forma correta, pois caso isto não ocorra, o robô não interpreta esta variação podendo assim aplicar o uretano em posição incorreta e que não coincidirá com a flange da carroceria causando assim falha de calafetação e posterior infiltração de

água. Uma maneira fácil de perceber este problema é fazer uma inspeção visual no percurso da aplicação do uretano no vidro, já que o cordão de uretano acompanha a serigrafia do vidro. Outro aspecto a ser verificado periodicamente é o perfil do cordão de uretano, pois ele tem a forma triangular devendo ter 14 centímetros de altura por 12 centímetros de base, para isto existe um gabarito de alturas para verificar se a altura do perfil do cordão de uretano está dentro das especificações.

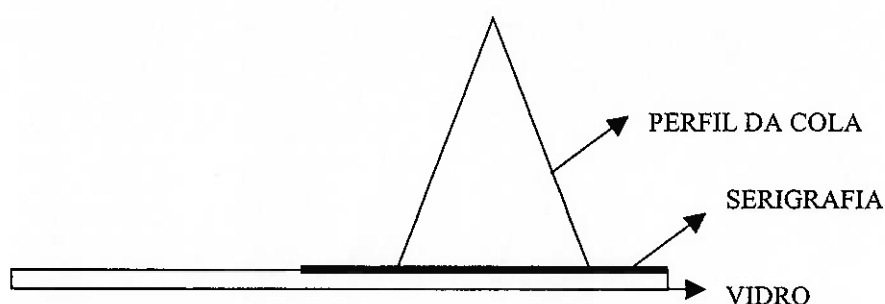


Figura 12 – Vista Esquemática do Perfil do Cordão de Uretano

Ao final do ciclo de aplicação de uretano no vidro, existe um ponto crítico que é o fechamento do perímetro do cordão de cola, pois o bico do robô deve percorrer uma rota a qual deve fazer com que a emenda seja feita de modo a não deixar espaço vazio e permitir futura infiltração de água e pó para dentro do veículo. Na programação do robô é possível executar esta tarefa em perfeitas condições evitando assim possíveis falhas futuras.

No caso de aplicação robotizada de primer, o transportador de vidro é comum para as duas fases do processo. A primeira fase é de aplicação de primer e a segunda fase é de aplicação de uretano no vidro. Um ponto crítico é a equalização do vidro, pois os apalpadores de equalização na primeira etapa não poderão coincidir com o ponto de contato na segunda fase. Isto significa se o apalpador de equalização da primeira deslocar a guarnição, o segundo apalpador tocando no mesmo ponto terá um leve deslocamento do vidro fazendo com que aplicação de uretano fique deslocada, podendo assim comprometer a qualidade da aplicação.

Focando no processo de montagem do vidro na carroceria propriamente dito, existem alguns fatores determinantes para que o processo de montagem seja executado com qualidade. O operador deve trabalhar com ferramentas compatíveis com a atividade a ser executada, portanto no trabalho com vidros o operador utiliza-se de um manipulador manual contendo um par de ventosas que fixam o vidro no manipulador e para que a atividade possa ser executada com segurança e qualidade.

A carroceria está apoiada sobre um carrinho de processo que tem como principal função suportar a carroceria por todo o processo de montagem de tapeçaria do veículo. Avaliando esta condição, foi identificado um ponto de melhoria no processo, onde o carrinho é acoplado na corrente que traciona a linha por dois arrastadores. Estes arrastadores são separados entre si por uma distância aproximada de 8 centímetros o que permite que o carrinho de processo possa dar pequenos trancos durante a colocação do vidro na unidade. Isto faz com que provoque um mal posicionamento da cola em relação a flange da carroceria no ato da montagem. A proposta é de instalar um sujeitador nas laterais do carrinho de processo, para que sua velocidade seja constante, conforme velocidade da corrente de tração da linha de montagem, desta forma eliminando os pequenos trancos no carrinho eliminando a possibilidade de ter problemas de instalação do vidro na carroceria.

Também foram identificados movimentos ineficientes dos operadores envolvidos com a montagem do vidro na carroceria. O operador deve retirar o vidro com uretano da mesa de descarga do robô com auxílio do manipulador manual de vidros, elevá-lo na altura dos ombros, caminhar até a carroceria, posicionar e pré-localizar o vidro e depois instalar o vidro na carroceria. Acontece que este processo é realizado exigindo muito esforço dos operadores, pois a parte superior do teto fica em uma altura muito elevada dificultando a visualização do ponto de montagem e que serve como ponto de referência para o ajuste final. A proposta é instalar uma plataforma paralela a linha de montagem, elevando assim o operador em relação à carroceria, a fim de facilitar a visualização de todo contorno da flange da carroceria e facilitar o movimento manual do vidro. Desta forma estaremos poupando o operador e executando a atividade conforme técnicas ergonômicas e dando condições para que

a atividade seja executada com mais critério e fundamento o qual resultará em uma melhor qualidade do produto.

O operador deve ficar atento quanto ao tempo de espera desde a aplicação de uretano no vidro até sua instalação na carroceria, pois se este tempo exceder 5 minutos, poderá criar uma película no cordão de uretano que impedirá um contato perfeito entre uretano e carroceria.

Com a implantação destas propostas de melhoria, espera-se a redução dos custos relacionados ao retrabalho nas unidades, com redução do consumo de matérias primas e mão de obra especializadas. Paralelamente a dinâmica de logística da fábrica será melhorada uma vez que não mais teremos veículos parados aguardando por retrabalhado.

Outro fator muito importante é o reflexo da qualidade do veículo em campo, pois se o problema não puder ser detectado dentro da fábrica, muito provavelmente ele acontecerá na mão do consumidor. Caso isto ocorra gerará um desagrado que muitas vez não pode ser quantificado em valores, podendo muitas vezes ficar mais caro do que o próprio reparo do defeito, este custo pode ser a perda do cliente.



## 5 CONCLUSÕES

Na última década, observou-se um aumento significativo do número de montadoras instaladas no Brasil, de somente 4 montadoras, passou-se a ter 17 ao todo, montadoras que querem ganhar uma fatia de mercado e se instalar definitivamente no país. Desta forma, o mercado de automóveis ficou ainda mais competitivo e exigiu que algumas mudanças ocorressem e que novas tecnologias fossem implementadas nos veículos comercializados, tudo isto focando em um único objetivo que é a conquista da confiança dos consumidores.

Cada vez mais, os carros têm desenhos arrojados, porém estão se tornando cada vez mais semelhante uns com o outros, e um único aspecto fundamental está se tornando o diferencial, estamos nos referindo ao aspecto QUALIDADE. Desta forma o trabalho desenvolvido foi focado em um único assunto, a qualidade aplicada ao processo de colagem de vidros a fim de minimizar as falhas, minimizar custo de reparo e retrabalho e, sobretudo, melhorar a qualidade final do veículo fazendo com que o consumidor fique ainda mais satisfeito adquirindo um veículo.

Tenho inteira convicção que as propostas de melhoria citadas neste trabalho, sujeição adequada do veículo no momento da montagem do vidro e adoção da plataforma para melhorar a ergonomia da operação, foram obtidas através da análise do processo sob o ponto de vista da qualidade, são de fácil realização e de baixo custo de implementação, e seguindo e aprimorando o plano de qualidade elaborado continuaremos trabalhando em pró da qualidade dos nossos veículos. O tempo nunca para, portanto devemos estar sempre dispostos a aprender e a criar soluções que ajudem de forma positiva a evolução tecnológica, refletindo no sorriso dos consumidores.

**BIBLIOGRAFIA**

( ROSS, 1988 ) Ross, Phillip J. Taguchi Techniques for Quality Engeneering  
Mc Graw Hill, p. 1 e 2.

( TOLEDO, 1987 ) Toledo, Carlos José Qualidade Industrial, Conceitos Sistemas e  
Estratégia, Editora Atlas, p17 a 25.

( SHIBA & GRAHAM & WALDEN, 1997 ) Shiba, Shoji , Graham, Alan , Walden,  
David TQM Quatro Revoluções na Gestão da Qualidade, Bookman, p 49.

( JURAN, 1979 ) Juran, J. M. Quality Control Handbook Third Edition Mc Gray  
Hill 1979, cap 2.

( CALEGARI , 1985 ) Calegari, Álvaro José de Almeida, Técnicas da Garantia da  
Qualidade 1985, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. , p20 a 26.