

Extensão do Período de Garantia Para Veículos Populares¹

Rodrigo de Godoy Vasconcellos

General Motors do Brasil Ltda.
Administração da Qualidade
Avenida Goiás, 1805. São Caetano do Sul - SP
E-mail: rodrigo.vasconcellos@gm.com

Prof. Dr. Marcelo Massarani

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP
Avenida Prof. Mello Moraes, 2231 – Cidade Universitária – SP
E-mail: massara@usp.com.br

Abstract

Since their creation in the beginning of 90 decade, the popular vehicles, which main characteristic is the use of engines up to 1.0 liter of volumetric capacity, have strongly influenced the Brazilian market of vehicles, having more than 50% of participation in the market share since the beginning of their sales. Based on the current scenario of the Brazilian Automotive Industry, this work has the objective of suggesting a model to evaluate the warranty extension for popular vehicles to 36 months as a market competitive advantage. The study, supported by reliability and product failures theoretical concepts, consists of using the field failure data to estimate the warranty cost in 36 months exposure in the field, which allows analyzing its advantages and disadvantages for company decision making. This study also recommends a technical validation plan for warranty extension that consists of submitting vehicles from the company proving ground to high mileages to verify their parts durability and reliability in 36 months of field exposure. The warranty extension implementation plan recommends the implementation of two years warranty in the market, monitoring the failures and customers complaints during this period to generate information for company for decision making to implement the three years warranty. Finally, the warranty extension for popular vehicles is possible since all levels of the organization are committed and a previous plan must be done using all the information and resources available for company decision making.

Keywords: Warranty. Field failure data base. Failures.

Resumo

Desde a sua criação, na década de 90, os veículos populares, cuja característica principal é a utilização de motores até 1.0 litro de capacidade volumétrica, tem influenciado fortemente o mercado de veículos brasileiro, tendo mais 50% de participação no market share desde o início de suas vendas. Diante do atual cenário da Indústria Automobilística Brasileira, este trabalho tem como objetivo estudar a possibilidade de estender o período de garantia em veículos populares para 36 meses como vantagem competitiva de mercado. O modelo proposto, com o suporte de conceitos de confiabilidade e de falhas de produtos, consiste em utilizar os dados de falhas de campo para estimar os gastos em garantia após 36 meses de exposição no campo, o que permite analisar as suas vantagens e desvantagens para a tomada de decisão por parte da empresa. Este estudo recomenda também um plano de validação técnica para a extensão de garantia que consiste em submeter veículos provenientes do campo de provas da empresa a uma quilometragem elevada para verificação da durabilidade e confiabilidade de seus componentes dentro do período de 36 meses de exposição no campo. O plano de implementação da extensão da garantia para veículos populares recomenda a introdução de dois anos de garantia no mercado de forma que o produto seja monitorado quanto ao seu comportamento de falhas e possíveis reclamações dos clientes, gerando informações para que a empresa decida quanto à manutenção do período de garantia para três anos. Finalmente a extensão do período de garantia para veículos populares é possível, desde que todos os níveis da organização estejam comprometidos e que seja feito um planejamento prévio utilizando-se de todos os dados e recursos disponíveis para a tomada de decisão.

Palavras Chave: Garantia. Banco de dados de falhas de campo. Falhas.

¹ Artigo extraído do Trabalho de Conclusão de Curso "Extensão do Período de Garantia para Veículos Populares" de Rodrigo de Godoy Vasconcellos, apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Automotiva, sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Massarani

INTRODUÇÃO

Diante do cenário de alta competitividade que envolve o mercado automobilístico atualmente e a alta influência das vendas dos veículos populares, como se comportaria um produto da categoria veículos populares quando submetido a um período maior de garantia? As peças que sofreriam falhas seriam as mesmas que sofrem falhas durante o período de um ano de garantia? Os modos de falha verificados para veículos expostos em três anos seriam diferentes dos modos de falhas verificados no primeiro ano de exposição do veículo?

Em função da grande participação dos veículos populares no mercado brasileiro, este trabalho tem como objetivo abordar a extensão do período de garantia nestes produtos como vantagem competitiva no mercado, utilizando a voz do cliente e as informações dos dados de garantia do produto atualmente comercializado pela empresa como entrada através dos dados atuais do banco de dados de falhas de campo da assistência técnica da montadora. Com estes dados disponíveis, serão utilizados modelos de tomada de decisão para verificar a possibilidade quanto à extensão do período de garantia em veículos populares.

GARANTIA

Adams (1982) apud Figueiredo (2005) define a garantia como uma promessa ou afirmação pelo vendedor com relação à qualidade dos produtos/serviços ou sua adequação para uso específico. Sem garantia, os produtos/serviços são vendidos na condição de o vendedor não possuir responsabilidade por quaisquer falhas ou imperfeições nos produtos/serviços, e de o comprador não possuir o direito de devolvê-los ou cobrar qualquer reparação pelos danos causados.

Quanto aos tipos de garantias, estes são apresentados na Figura 1 a seguir, elaborada com base nas definições de Hart apud Figueiredo (1996).

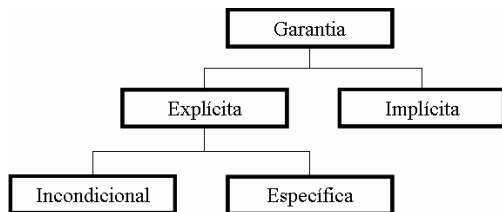


Figura 1 - Tipos de Garantias (Hart, 1996)

A garantia explícita pode ser subdividida em dois tipos: A incondicional e a específica. A principal diferença entre ambas está relacionada à cobertura que terão sobre os produtos/serviços.

A garantia incondicional define a satisfação do cliente como sua missão, sendo a mais ampla de todas as garantias em termos de cobertura, e assim considerada por diversos autores como a garantia mais forte existente (Hart 1996, apud Figueiredo 2005).

Apesar de sua força, a garantia incondicional é mais fácil de ser estabelecida e seu efeito potencial sobre a qualidade é bem maior, pois qualquer falha da companhia, seja em momentos de verdade cruciais ou em fatores sutis, irá levar o cliente a reclamar, possibilitando identificar e corrigir estas falhas, além de compensar o cliente e evitar a sua perda (Hart 1996 apud Figueiredo 2005).

Entretanto, há desvantagens na adoção de uma garantia incondicional de satisfação para uma companhia, como um número bastante elevado de exigências e compensações, muitas vezes por motivos banais e até mesmo fora do controle da companhia, além de reclamações legítimas de clientes que desejam tirar proveito da garantia. Tudo isso acarreta inevitavelmente em casos de garantias que são pagas sob condições excessivas (Hart 1998 apud Figueiredo 2005).

A garantia específica, também chamada de garantia de desempenho, permite que a empresa defina exatamente quais atributos do produto/serviço deseja incluir em sua cobertura. Assim, a companhia não se sente obrigada a compensar o cliente por falhas que não estejam diretamente relacionadas aos seus produtos, seja qual for o nível de insatisfação do cliente (Hart 1996 apud Figueiredo 2005).

Embora possua uma cobertura menor que a garantia incondicional de satisfação, a garantia específica é também poderosa, pois além de limitar reclamações não razoáveis, foca a atenção do cliente no atributo do produto/serviço que a companhia deseja manter em destaque, seja por traduzir o que é mais importante para o cliente, ou pela vantagem competitiva da empresa naquele tributo específico (Hart 1996 apud Figueiredo 2005).

Muitas vezes as empresas não se sentem confortáveis em ofertar uma garantia específica por diversos motivos, como processos sem controle de qualidade, clientes desonestos, falta de habilidade em fornecer explicações ao cliente ou critérios específicos de desempenho influenciados por fatores incontrolláveis. Existe a possibilidade de limitar ainda mais o alcance das garantias, mas com isto elas terão menor efeito sobre os clientes e sobre a melhoria da organização. Algumas alternativas possíveis por (Hart 1996 apud Figueiredo 2005):

Solicitar ao cliente que atenda a determinadas condições, permitindo à empresa oferecer uma garantia

normalmente impossível em determinados produtos/serviços:

- Limitar a compensação para cada acionamento da garantia, especialmente nos casos em que o cliente estará satisfeito com uma compensação parcial, como um dos atributos de produto/serviço do qual ele não espera alto desempenho.
- Repor o produto/serviço, ao invés de compensar com recursos financeiros, pois além de ter um custo menor para a empresa, isto evita que o cliente migre para a concorrência, fazendo com que o mesmo permita uma segunda chance para a companhia. É evidente que há uma possível desvantagem no caso de o cliente se sentir obrigado a usar o mesmo produto/serviço após uma experiência mal sucedida e com isto a garantia perderá a sua força.

A empresa pode ainda trabalhar de forma criativa nas compensações que irá oferecer aos seus clientes. Uma delas é garantir a satisfação dos clientes dos seus clientes, pois este é o interesse dos últimos, transferindo a garantia para os primeiros. Outra possibilidade reside na opção de o cliente escolher, dentre diversas compensações apresentadas pela companhia, àquela que mais lhe interessa (Hart 1996 apud Figueiredo 2005).

Segundo Berke & Zaino (1991), existem os seguintes tipos de garantia:

Garantia de Substituição Livre: O fabricante paga o custo inteiro de reparo ou substituição se o produto falhar antes de encerrar o prazo de garantia. Esta política de garantia pode ser dividida em:

- **Política de Substituição Livre Ordinária:** Nesta política o item substituído ou reparado possui garantia igual ao tempo restante da garantia original;
- **Política de Substituição Livre Ilimitada:** Nesta política a substituição do item leva a uma garantia idêntica à garantia original registrada durante a compra.
- **Política Pró-Rata:** Nesta política, o custo de substituição ou reparo de um produto para o comprador, depende da idade do produto quando a falha ocorreu. No início desta garantia os custos a serem pagos pelo cliente são nulos e no final (t) o custo é todo pago pelo cliente. Entre este intervalo (t_i), os custos são ponderados, uma quantia é desembolsada pelo cliente e outra pelo fabricante. A Figura 2 mostra como funciona este tipo de garantia.

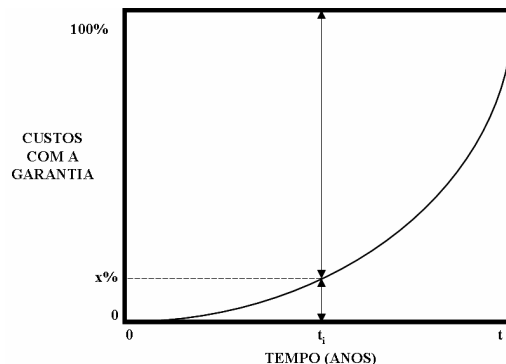


Figura 2 - Política de Garantia Pró-Rata (Berke & Zaino, 1991)

A forma da curva $f(x)$ é uma questão que deve ser pesquisada de forma que satisfaça tanto o cliente como o fabricante.

Política Combinada: Esta política combina a garantia de substituição livre com a política pró-rata. É evidente que para o comprador é melhor a política de garantia de livre substituição enquanto que para o fabricante é melhor a política pró-rata. Assim uma política que envolva um período inicial de substituição livre seguido por um período pró-rata é um compromisso razoável tanto para o fabricante quanto para o usuário. A Figura 3 mostra como poderia ser esta política combinada.

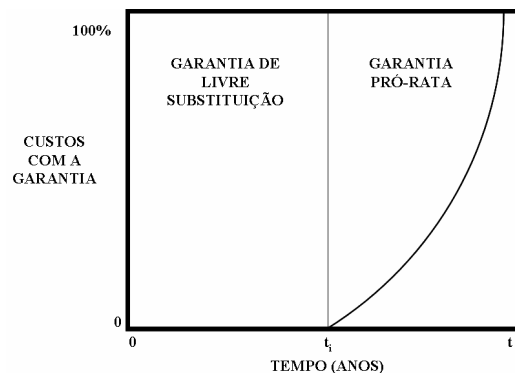


Figura 3 - Política de Garantia Combinada (Berke & Zaino, 1991)

A Figura 3 mostra que até o tempo t_i , o cliente possui uma garantia de livre substituição, ou seja, os custos envolvidos com os reparos são totalmente cobertos pelo fabricante. Após este tempo, os custos são então rateados entre cliente e fabricante.

Tradicionalmente, uma garantia fornece uma restituição em termos de substituição ou reparo livre de gastos para o cliente se o produto não atender às especificações. Segundo Berke & Zaino (1991), o valor ou a importância de uma garantia depende fortemente do ponto de vista que ela é vista. Os clientes necessitam de

garantias para assegurar que o fabricante assumira a responsabilidade do seu produto por um período de tempo especificado. Porém esta especificação não é inteiramente livre para o cliente, visto que o fabricante espera certo número de reclamações dentro do período de garantia e inclui os custos decorrentes destas reclamações dentro do preço do produto.

O prazo de garantia depende totalmente da confiabilidade de um produto, ou seja, se o produto é confiável, um prazo maior de garantia pode ser oferecido. Caso contrário, o fabricante sofrerá com os altos custos com reparos dentro deste período ao mesmo tempo em que grandes períodos de garantia servem como indicadores da confiabilidade de um produto e podem aumentar as vendas.

O processo de desenvolvimento e implementação de uma garantia será apresentado em diversos passos a seguir (Hart 1996 apud Figueiredo 2005):

Decidindo a adoção da garantia: Antes de iniciar o desenvolvimento de uma garantia é necessário questionar a adequação da ferramenta aos objetivos da empresa, tendo em vista o compromisso que se assume ao tomar a decisão de implementar a garantia.

Definindo aspectos fundamentais no processo de desenvolvimento e implementação da garantia: Após a decisão pela implementação da garantia, é necessário definir alguns questionamentos importantes no que se refere ao processo de desenvolvimento e implementação da garantia dentro da empresa, com o comprometimento da alta administração com a garantia, um esforço de equipe no desenvolvimento da garantia e o fornecimento de informações pelos clientes.

Visando compreender o processo de desenvolvimento e implementação de uma garantia, Kandampully e Butler apud Figueiredo (2005) elaboraram um fluxo do mecanismo estratégico de desenvolvimento e implementação de garantias em serviço, adaptado para a garantia em produtos e apresentado na Figura 4 a seguir.

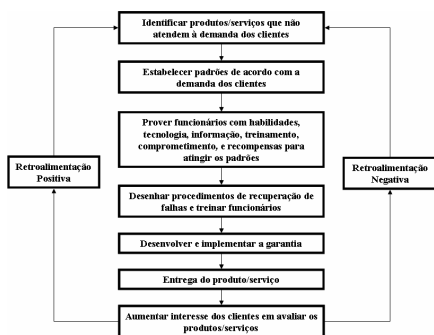


Figura 4 - Fluxo de Desenvolvimento e Implementação de Garantias (Butler e Kandampully, 2001)

CONCEITOS DE CONFIABILIDADE

Se uma empresa automotiva aumenta a confiabilidade de seus produtos, ela consequentemente aumentará os custos de projeto ou de produção. O custo total de um veículo não é calculado baseando-se somente no custo de quando o veículo deixa a fábrica, mas sim com todo o custo até o final de seu período de garantia. Na aprovação de um projeto, todos os gastos esperados e retorno do investimento estão incluídos, inclusive os gastos estimados de garantia durante a vida útil do produto. A Figura 5 conforme O'Connor, (2002), é uma representação teórica da relação custo benefício dos esforços gastos em atividades da análise de confiabilidade. Porém, apesar de seu apelo e uso freqüente, esta figura não reflete totalmente a realidade. Sabe-se que nunca será atingida a confiabilidade perfeita, ou seja, 100%.

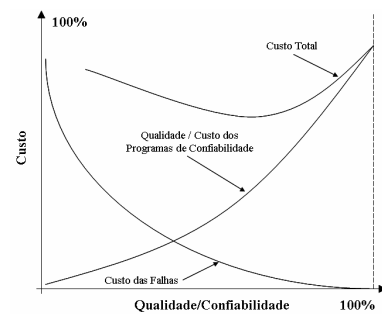


Figura 5 - Confiabilidade e Custos do Ciclo de Vida (Connor, 2002)

A falha prematura é o resultado de defeitos introduzidos durante qualquer fase do processo de manufatura ou na montagem do produto e normalmente está relacionada a algum tipo de erro humano. Falha aleatória é o defeito de componentes submetidos a carregamentos inevitáveis e inesperados e são falhas inerentes ao produto. A falha por desgaste dos mecanismos ocorre como resultado de um uso prolongado e exposição ao meio ambiente queira ocorrer a toda a população que estiver em uso prolongado (Connor, 2002). A Figura 6 mostra a curva da banheira (bathtub curve) onde as três classes de falhas estão representadas:

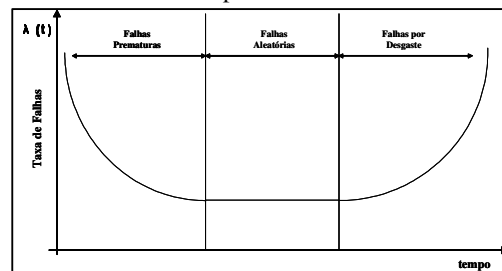


Figura 6 – Representação Gráfica da Curva da Banheira (Connor, 2002)

A dificuldade em exemplificar critérios de falha é que normalmente a classificação pode ser muito subjetiva e diferentes clientes podem ter diferentes expectativas em relação ao desempenho de um determinado produto. Também pode haver uma diversidade entre usuário e fabricante em relação ao que é exatamente um desempenho degradado ou falha (Blashe, 1994).

Defeitos como mudanças na aparência ou uma degradação menor que não afetem a função (desempenho) não são relevantes para a confiabilidade de um produto. Porém, uma degradação percebida é uma indicação de que uma falha poderá ocorrer e, portanto tais incidentes devem ser considerados como falha.

Para a confiabilidade, o defeito é uma característica que não afeta a função desempenho e a falha é uma característica que afeta a função desempenho.

O critério de classificação de falha utilizado por Blashe (1994) é mostrado na Figura 7:

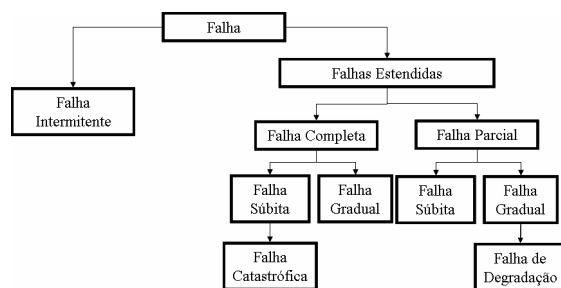


Figura 7 - Método de Classificação das Falhas (Blashe, 1994)

A definição de cada tipo de falha é descrita a seguir:

Falha Intermitente: Falha que resulta na falta de alguma função do produto, apenas por um determinado período de tempo. O componente retorna completamente ao seu estado funcional imediatamente após o evento de falha.

Falha Estendida: Falha que resulta na ausência de algumas funções, e que perdurará até que as partes falhadas sejam substituídas ou reparadas. As falhas estendidas são divididas em dois tipos:

- Falha Completa: Falha que causa uma falta completa de uma função exigida;
- Falha Parcial: Falha que conduz à ausência de algumas funções, mas não como a falha completa, pois se pode utilizar redundâncias para contornar o problema até que a falha seja corrigida.

Ambas as falhas completa e parcial ainda podem ser classificadas de acordo com a subtaneidade que ocorreu a falha:

- Falha Súbita: Falha que não poderia ser prevenida através de testes e inspeção;
- Falha Gradual: Falha que poderia ser prevista através de testes e inspeção;

As falhas ainda podem ser combinadas para atingir a seguinte classificação:

- Falhas Catastróficas: Falhas que são ambas súbitas e completas;
- Falhas de Degradação: Falhas que são ambas parcial e gradual.

BANCO DE DADOS DE FALHAS DE CAMPO

Uma das mais importantes fontes de dados de uma montadora é o seu histórico em falhas de campo, pois com estes dados torna-se possível implementar melhorias em seus produtos correntes, planejar quantidades de peças de reposição, tomar dados quanto a um possível recall, assim como definir as suas estratégias de garantia.

Os dados de confiabilidade no campo são importantes para que a empresa tenha as seguintes informações:

- Como o seu produto está se comportando no campo;
- Para implementar ações corretivas em função dos problemas ocorridos no campo e que não foram previstos nas fases anteriores do desenvolvimento do projeto;
- Para evitar incidências futuras dos mesmos modos de falhas em produtos futuros a serem desenvolvidos;
- Para verificar o custo de garantia do produto.

Um sistema de informações de falhas de campo deve ser estruturado em torno de rápidas implementações de ações corretivas e identificação de candidatos a melhorias. Este sistema terá ótimos resultados somente se os dados que chegam à empresa forem completos e precisos, envolvendo todos os fatores importantes necessários para realizar melhorias no produto (Brall, 1994). Caso contrário, o fabricante efetuará mudanças ou melhorias sem conhecer a causa real do problema. Isto pode levar a mudanças incorretas do produto.

Um outro problema é sobre quem coleta os dados, o que também pode afetar os resultados visto que eles podem ser coletados por funcionários com diferentes

conhecimentos, capacidades e motivação. A utilização de formatos padrões e procedimentos pode minimizar os erros, mas não pode por si só melhorar a habilidade dos funcionários entenderem e interpretar o que está sendo feito. Durante o prazo de vigência de garantia, quem coleta estes dados é a assistência técnica da empresa. Esta não informa ao fabricante todos os dados necessários para que este tome uma ação precisa para corrigir o problema e evitar ocorrências futuras. Isto ocorre pela falta de incentivos e treinamento do fabricante à assistência técnica.

As informações provenientes dos bancos de dados não são consistentes, atribuindo-se isto ao fato de que a informação de campo representa somente aqueles veículos que apresentaram falhas em seus componentes ou subsistemas durante o período de garantia. Quase nada se sabe sobre os veículos que não falharam durante o período de garantia.

Segundo Barkai (2004), o atraso na detecção de problemas ocasiona dificuldades na análise e solução dos mesmos. Na Figura 8, a rápida detecção, priorização e eficiência na análise do modo de falhas resulta em um número menor de veículos vendidos ao mercado com problemas.

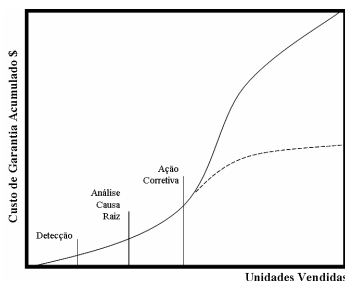


Figura 8 – Custo de Garantia Acumulado x Unidades Vendidas (Barkai, 2004)

Segundo Baxter e Tortorella (1994), na prática, os dados analisados são frequentemente os de campo, que não são sempre reunidos para o propósito de análise estatística e podem estar incompletos. Os fatores que fazem os dados de campo incompletos são:

- **Tempo Incompleto de Vida:** Normalmente o fabricante coleta os dados de taxa de falha de um produto, incluindo neste tempo, períodos em que o sistema não estava em uso, como o tempo de armazenamento, tempo até o cliente decidir fazer o reparo no produto. Isto causa um mascaramento da verdadeira taxa de falha do produto ou componente.
- **Mascaramento:** Ao ocorrer uma falha em um sistema, que pode possuir vários subsistemas, e cada subsistema pode conter vários componentes,

quando ocorre uma falha, a assistência técnica que faz o reparo, frequentemente substitui um módulo inteiro (subsistema), sem realizar uma análise detalhada do componente danificado contido neste módulo. Com isso, só se conhece os dados do módulo que falhou e não o componente em si e suas causas.

- **Ambientes Desconhecidos:** A distribuição do tempo de vida de um componente é afetada pelos ambientes em que o componente está operando. A taxa de falha aumenta sob condições adversas de estresse, tais como temperatura, altitude, umidade, etc. Normalmente não se colhe dados sobre o ambiente operacional do componente falhado, apenas se possui conhecimento dos ambientes de um grupo de componentes.

Para Hansen e Thyregod (1991), há várias fontes que causam contaminação dos dados, algumas das quais são citadas a seguir:

- Imprecisão no registro do tempo de ocorrência de falha;
- As falhas não são detectadas instantaneamente;
- Os produtos não são operados continuamente durante o dia.

Estes fatores, caso sejam ignorados, causarão um mascaramento na estimativa dos parâmetros, e no pior caso poderá haver uma estimativa errada nos custos envolvidos com as garantias. Com isto, muita atenção deve ser prestada na modelagem e avaliação destes efeitos.

Outro grande problema com a informação de confiabilidade na indústria automobilística é que as condições de operações para os veículos variam largamente. Isto inclui as mais diferentes condições ambientes de operação assim como as formas como os clientes utilizam os seus veículos.

DETERMINAÇÃO DO CUSTO DE GARANTIA NO PREÇO FINAL DO VEÍCULO

Como já mencionado anteriormente, o custo de garantia é de fundamental importância para os resultados da empresa, porque depende do valor a ser pago por esta às concessionárias que repararem os veículos que estão dentro do período de garantia. O indicador é assim obtido pela razão deste custo pela receita obtida pela venda destes veículos. O custo de garantia é o valor máximo dentro da composição do custo do veículo que a empresa poderá pagar para as concessionárias para que não tenha prejuízo em cada unidade vendida.

Durante a fase de desenvolvimento de um novo produto, o fabricante normalmente foca primeiramente em

alcançarhas especificações de performance e os custos de lançamento.

Os departamentos de finanças e planejamento de pós-vendas das empresas começam a trabalhar em avançado na determinação dos custos dos novos produtos antes destes serem lançados no mercado. O custo final de um veículo é composto pelas seguintes atividades ligadas a seu projeto e produção:

- Custos de projeto;
- Custos de validação;
- Custos de manufatura;
- Custos de peças compradas;
- Custos de logística;
- Custos de melhoria de qualidade;
- Custos de garantia.

Normalmente o custo de garantia de um novo veículo a ser produzido é projetado com base no histórico de produtos correntes da empresa que tenham semelhanças no seu conteúdo técnico e o seu desempenho atual quanto a qualidade e índice de paros na rede de concessionárias.

Outro fator importante que deve ser considerado é o grau de melhorias de qualidade que é introduzido no novo veículo na ocasião do seu lançamento, o que permite projetar uma redução no custo de garantia do novo produto comparado com o produto similar já presente no mercado.

Para melhor compreensão pode-se fazer um exemplo hipotético nas Figuras 9 e 10 a seguir, onde é possível verificar a quantidade de melhorias de qualidade introduzidas no produto atual desde o ano modelo 2004, em que havia uma taxa de falhas de aproximadamente 2300 IPTV em 12 meses de exposição no campo, que representa o período total previsto de garantia, acarretando um custo de garantia de 167,05 Unidades Monetárias (UM\$) por veículo. Com todas as melhorias de qualidade implementadas no produto no período subsequente é possível verificar uma redução da taxa de falhas para o índice 816 IPTV para o ano modelo 2006, o que representa um custo de garantia na ordem de UM\$ 84,55 por veículo.

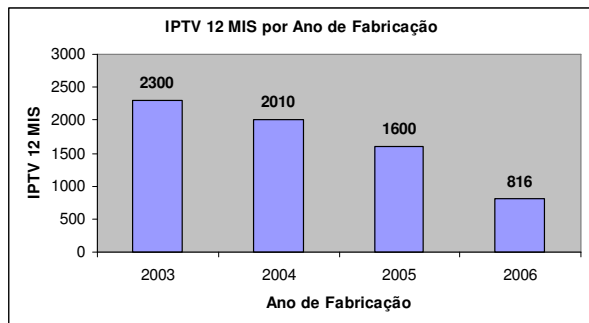


Figura 9 – IPTV 12 MIS x Ano de Fabricação

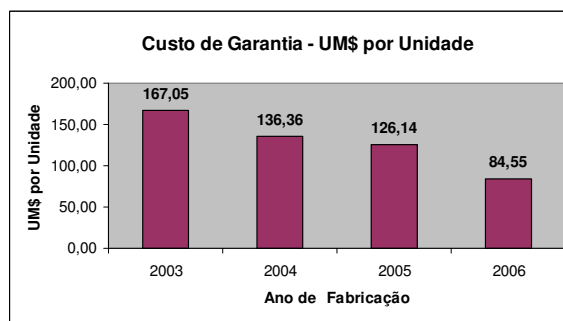


Figura 10 – Custo de Garantia x Ano de Fabricação

Assim o que se pode deduzir é que quanto maior o grau de melhorias de qualidade a serem introduzidas no novo produto, os clientes retornarão menos vezes às concessionárias para reclamar de problemas com os produtos, o que permite concluir que o retorno financeiro do produto será maior para a empresa, o que resulta também em mais uma vantagem competitiva no mercado.

Os bancos de dados de falhas das montadoras de veículos normalmente apresentam os dados de reclamações dos seus clientes em visitas em concessionárias durante o período em que vigora a garantia de seus produtos. Quase todos os clientes deixam de procurar os serviços das concessionárias após o término do primeiro ano de garantia do veículo e conseqüentemente torna-se difícil a determinação do Custo de Garantia por Veículo (CPV) após este período como determina o estudo em questão. Assim, torna-se necessária a adoção de um modelo para cálculo e previsão do custo de garantia por veículo ao final de 24 e 36 meses de exposição respectivamente.

O banco de dados de falhas de campo da empresa fornece o custo de garantia por veículo por mês de produção. O primeiro passo para o cálculo do custo de garantia por veículo é obter os valores de custo de garantia por veículo após 12 meses de exposição no campo. Para que se tenha total confiabilidade na obtenção destes dados, para este estudo serão considerados os valores de custo de garantia por veículo no período de produção entre setembro de 2004 e agosto de 2005, por considerar que na época em que foi desenvolvido o presente estudo, os veículos produzidos neste período reconhecidamente já tenham sido expostos no campo por 12 meses. Os dados dispostos na Tabela 1 abaixo se referem aos valores de custo de garantia por veículo, considerando as unidades produzidas entre setembro de 2004 e agosto de 2005, vendidos somente ao mercado brasileiro, excluindo os valores gastos pelas concessionárias em veículos que sofreram recalls e atendimentos especiais nas concessionárias. Estes critérios serão extensivos a todos os indicadores utilizados neste estudo:

Tabela 1 - Custo de Garantia por Veículo por Meses de Exposição no Campo (12 meses)

Mês de Produção	Meses em Exposição no Campo												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
set/04	1,20	6,70	12,74	18,60	24,93	31,20	39,80	49,50	59,66	70,67	81,68	94,81	115,04
out/04	0,17	3,55	8,04	13,28	18,84	25,33	33,92	43,16	52,37	62,72	73,59	84,73	101,01
nov/04	0,48	4,69	10,97	16,85	23,26	30,40	40,99	51,63	63,79	76,46	89,78	103,88	121,01
dez/04	1,09	7,80	13,51	19,73	25,49	32,74	41,86	51,50	62,49	73,57	86,49	98,13	118,72
jan/05	0,97	6,24	11,14	15,66	22,51	30,94	42,52	54,48	66,50	80,07	92,63	106,21	124,00
fev/05	0,53	6,86	13,30	19,62	27,62	37,70	50,89	65,09	79,70	93,01	106,16	123,29	148,42
mar/05	0,73	6,15	12,09	17,14	24,32	33,30	42,67	54,25	65,19	75,95	88,51	103,16	122,58
abr/05	0,69	5,59	12,16	20,30	28,28	37,52	47,45	59,68	72,27	84,94	98,65	111,69	129,23
mai/05	0,07	4,13	9,34	14,73	22,14	29,96	40,79	49,52	61,18	73,75	86,49	102,12	122,74
jun/05	0,64	6,52	12,66	19,97	27,45	33,86	42,92	53,30	63,10	73,67	83,49	94,55	115,55
jul/05	1,01	7,94	14,77	22,95	31,37	40,34	50,42	60,72	72,80	84,71	96,36	108,36	127,61
ago/05	1,11	9,04	18,58	27,72	36,76	48,76	59,45	73,71	87,27	99,31	112,93	127,40	148,01
Média	0,73	6,32	12,57	19,06	26,48	34,91	44,76	55,87	67,55	79,55	91,91	105,25	124,84

Em função da possibilidade do custo de garantia por veículo ser composto por atendimentos em que os problemas reclamados pelos clientes sejam de natureza prematura, é necessário obter do banco de dados um novo valor de custo de garantia para veículos que tenham falhado após o período em que as falhas são prematuras. Para a obtenção deste valor será obtido o custo de garantia por veículo da mesma forma para aqueles com 12 meses de exposição no campo como demonstrado anteriormente, porém agora com uma restrição no banco de dados para que determine o valor de custo de garantia para aqueles veículos que tenham atingido simultaneamente 8 meses de exposição no campo e que tenham quilometragem mínima de 15.000 km, quilometragem esta que excede a quilometragem média anual de 12.800 km que o motorista brasileiro percorre segundo dados de pesquisa da Gipa (2006). Estes dados obtidos do banco de dados de falhas de campo estão representados na tabela 2:

Tabela 2 - Custo de Garantia por Veículo por Meses de Exposição no Campo (8 meses e 15.000 km)

Mês de Produção	Meses em Exposição no Campo								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
set/04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,18	0,51	1,37	2,72	4,65
out/04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,30	0,63	1,42	2,82	4,72
nov/04	0,00	0,00	0,02	0,10	0,23	0,61	1,32	2,97	5,53
dez/04	0,00	0,02	0,02	0,07	0,13	0,40	1,14	2,26	3,99
jan/05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,33	1,27	3,10	5,30	8,05
fev/05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,43	1,52	3,02	5,33	8,46
mar/05	0,00	0,00	0,02	0,03	0,36	0,97	2,05	4,17	6,32
abr/05	0,00	0,00	0,02	0,08	0,28	1,12	2,43	4,70	7,36
mai/05	0,00	0,00	0,00	0,10	0,45	1,12	2,48	3,93	6,17
jun/05	0,00	0,00	0,00	0,18	0,58	1,19	2,23	3,93	5,36
jul/05	0,00	0,00	0,02	0,05	0,18	0,81	1,91	3,18	5,81
ago/05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,26	1,16	2,49	5,12	7,84
Média	0,00	0,00	0,00	0,07	0,30	0,92	2,05	3,84	6,17

Porém o banco de dados de falhas de campo não é capaz de determinar o tamanho da população de veículos no campo que já tenham ultrapassado a faixa superior aos 15.000 km rodados, uma vez que trabalha somente com o número absoluto de falhas. Com isto é necessário utilizar um fator de correção para a determinação da população destes veículos.

Para a determinação deste fator foram utilizados como referência os dados extraídos da pesquisa QAS, que mede a satisfação dos clientes do mercado brasileiro após

os primeiros 3 meses de contato destes com os veículos comprados nas concessionárias.

Porém para se saber a quilometragem que um veículo deve ter aos 3 meses de exposição no campo para chegar aos 15.000 km em 8 meses de exposição no campo é necessário estabelecer a seguinte correlação:

$$8 \text{ MIS} \geq 15.000 \text{ km} \quad (1)$$

$$3 \text{ MIS} \geq X \text{ km} \quad (2)$$

$$X = 5.600 \text{ km}$$

Com base na correlação de quilometragem na regra matemática aplicada entre as equações (1) e (2) acima, a empresa contratada pelas montadoras responsável por realizar as entrevistas com os clientes pesquisados forneceu o percentual dos entrevistados em que os clientes já haviam ultrapassado 5.600 km em 3 meses de utilização do veículo, o que pela média fará com que o cliente venha a rodar 15.000 km no período de 8 meses, que corresponde a 16% dos veículos cujos proprietários foram entrevistados.

Este fator deve ser então aplicado nos dados de custo de garantia por veículo em 8 meses, gerando assim o custo por veículo em 8 meses e 15.000 km simultaneamente.

Com isto é possível prever o custo de garantia por veículo que tenham atingido 8 meses de exposição e 15.000 km simultaneamente, tomando os valores da tabela 2 e dividindo-os pelo fator 0,16, como pode ser visto na tabela 3 abaixo:

Tabela 3 - Custo de Garantia por Veículo para 8 Meses de Exposição no Campo e 15.000 km Corrigido

Mês de Produção	CPV 8 meses em Exposição (UM\$)	Fator de Correlação	CPV Corrigido (UM\$)
set/04	4,65	0,16	29,08
out/04	4,72	0,16	29,49
nov/04	5,53	0,16	34,55
dez/04	3,99	0,16	24,96
jan/05	8,05	0,16	50,33
fev/05	8,46	0,16	52,90
mar/05	6,32	0,16	39,50
abr/05	7,36	0,16	45,99
mai/05	6,17	0,16	38,57
jun/05	5,36	0,16	33,52
jul/05	5,81	0,16	36,30
ago/05	7,84	0,16	48,98
Média	6,17	0,16	38,57

Os valores obtidos na Tabela 3 agora são somados aos valores de custo de garantia em 12 meses exposição no campo da Tabela 1 para a obtenção dos valores do custo de garantia em 24 meses cujos resultados estão na Tabela 4:

Tabela 4 - Custo de Garantia por Veículo para 24 Meses de Exposição no Campo

Mês de Produção	CPV Corrigido (UM\$)	CPV 12 Meses (UM\$)	CPV 24 Meses (UM\$)
set/04	29,08	115,04	144,12
out/04	29,49	101,01	130,51
nov/04	34,55	121,01	155,56
dez/04	24,96	118,72	143,67
jan/05	50,33	124,00	174,32
fev/05	52,90	148,42	201,32
mar/05	39,50	122,58	162,08
abr/05	45,99	129,23	175,22
mai/05	38,57	122,74	161,31
jun/05	33,52	115,55	149,07
jul/05	36,30	127,61	163,91
ago/05	48,98	148,01	196,99
Média	38,57	124,84	163,41

Porém, para a determinação do custo por veículo em 36 meses de exposição é necessário definir a correlação entre 24 e 36 meses de exposição. A grande maioria das plataformas de veículos produzidos no mercado brasileiro é originada de plataformas desenvolvidas pelas montadoras para serem utilizadas no continente europeu. Com isto é possível utilizar os bancos de dados de falhas de campo das empresas no Reino Unido, onde o período de 36 meses de garantia é praticado regularmente. Estes dados mostram que o índice de reclamações por veículo vendido aumenta em 32%. Esta mesma observação é observada no mercado sul-africano, em torno de 31,5%. Assim, considerando-se a pior condição de operação possível será utilizado o fator de correlação de 1,32 por mês de produção para a determinação do custo de garantia em 36 meses de exposição no mercado brasileiro. Os dados finais estão dispostos na tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Custo de Garantia por Veículo para 36 Meses de Exposição no Campo

Mês de Produção	CPV 24 Meses (UM\$)	Fator de Correlação	CPV 36 Meses (UM\$)
set/04	144,12	1,32	190,24
out/04	130,51	1,32	172,27
nov/04	155,56	1,32	205,34
dez/04	143,67	1,32	189,65
jan/05	174,32	1,32	230,11
fev/05	201,32	1,32	265,74
mar/05	162,08	1,32	213,94
abr/05	175,22	1,32	231,29
mai/05	161,31	1,32	212,93
jun/05	149,07	1,32	196,77
jul/05	163,91	1,32	216,36
ago/05	196,99	1,32	260,03
Média	163,41	1,32	215,70

A partir da aplicação modelo pode-se verificar na tabela 6 abaixo os valores dos custos de garantia por veículo dentro do período de 12, 24 e 36 meses respectivamente que deverão ser utilizados para tomada de decisão quanto a extensão do período de garantia em veículos populares:

Tabela 6 - Custo de Garantia por Veículo para 12, 24 e 36 Meses de Exposição no Campo

Mês de Produção	CPV 12 Meses (UM\$)	CPV 24 Meses (UM\$)	CPV 36 Meses (UM\$)
set/04	115,04	144,12	190,24
out/04	101,01	130,51	172,27
nov/04	121,01	155,56	205,34
dez/04	118,72	143,67	189,65
jan/05	124,00	174,32	230,11
fev/05	148,42	201,32	265,74
mar/05	122,58	162,08	213,94
abr/05	129,23	175,22	231,29
mai/05	122,74	161,31	212,93
jun/05	115,55	149,07	196,77
jul/05	127,61	163,91	216,36
ago/05	148,01	196,99	260,03
Média	124,84	163,41	215,70

Deve-se assumir que o maior risco assumido é quanto à utilização do fator de conversão 1,32, utilizado pelos fabricantes do Reino Unido para a conversão dos dados de garantia de 24 para 36 meses de exposição. O que deve ser considerado neste estudo é que as condições de operação dos veículos no continente europeu são muito diferentes quando comparadas às condições de operação dentro do território brasileiro, em que as condições de pavimento, trânsito urbano e temperatura entre outros fatores, podem influenciar quanto à performance e durabilidade de componentes e sistemas veiculares.

Com isto é necessário realizar uma simulação do custo de garantia por veículo, considerando diferentes fatores de conversão, obtendo os respectivos custos médios de garantia por veículo simulados de acordo com a utilização de cada fator de conversão utilizado, para que seja possível ter mais dados no processo de tomada de decisão por parte da empresa. Esta simulação foi realizada, gerando os valores que estão dispostos na Figura 11:

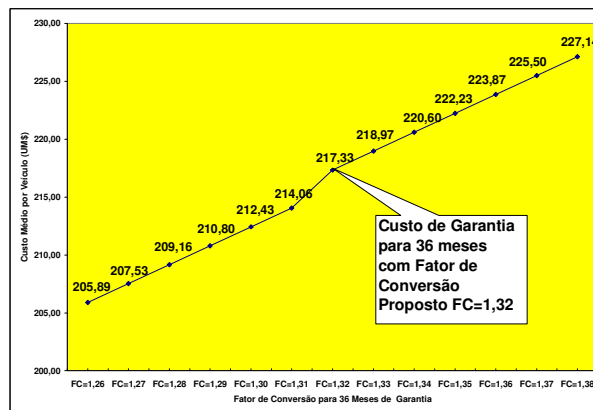


Figura 11 – Custo de Garantia x Fator de Conversão

O modelo proposto apresenta alguns riscos e desvantagens. A principal desvantagem refere-se ao fato de que não existem dados reais provenientes do banco de

dados de garantia das concessionárias quanto ao tamanho da amostra de veículos que tenham atingido 15.000 km e 8 meses em exposição no campo, que representa 8 meses em exposição, o que acarretou na utilização do fator 0,16, decorrente do tamanho de amostra de clientes que são entrevistados em uma pesquisa de satisfação de clientes, cujos veículos já tenham completado a quilometragem mínima de 5.600 km em 3 meses de exposição no campo, que aplicando o que numa simples regra matemática gera a proporção de veículos produzidos que completarão uma quilometragem mínima de 15.000 km em 8 meses de exposição no campo.

O modelo proposto considera somente os componentes que venham a falhar dentro do período atual de garantia estipulado pelo fabricante, que é de 12 meses, o que aumenta o risco de não se conhecer todos os componentes e os respectivos modos de falha que venham a ocorrer no período de exposição no campo entre 13 e 36 meses. Isto significa que os componentes que falharão após 36 meses de exposição no campo necessariamente não serão os mesmos que falham dentro do 12 meses de garantia atualmente cobertos pela montadora. O mesmo deve-se aplicar ao modo de falha dos componentes, inclusive em função do maior tempo de exposição no campo, em que eventualmente os modos de falha podem ser completamente diferentes.

O modelo proposto apresenta como vantagem principal o fato de utilizar os dados de garantia dos veículos que já tenham sido expostos no campo como referência, o que proporciona o real conhecimento da performance do produto e a voz do cliente em geral. Outro ponto importante é a possibilidade de a qualquer momento, com a utilização dos dados de falhas de campo, exercitar este modelo e compará-lo com o valor atual do custo do veículo destinado a garantia por veículo como demonstrado na Figura 11.

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA EXTENSÃO DO PERÍODO DE GARANTIA PARA VEÍCULOS POPULARES

A proposta para reduzir a incerteza proporcionada pelo modelo proposto é monitorar o comportamento de alguns veículos populares produzidos pela empresa com o propósito de verificar o funcionamento de todos os componentes que possam falhar no prazo de 36 meses e que possam comprometer os objetivos financeiros e de mercado da empresa quanto à extensão de garantia em veículos populares.

Para o sucesso do plano de validação de garantia estendida será necessária a determinação do tamanho da amostra de veículos que serão monitorados. Neste trabalho será utilizada a teoria de inferência estatística para a

tomada de decisão quanto à determinação do tamanho de amostra.

Segundo LaMothe (2002), nestas condições o teste de probabilidade binomial é o mais adequado, pois um sistema de medição por variável não está disponível e um teste precisa ser realizado para entender se um método proposto é melhor que o atual, podendo ser aplicado a peças e processos.

Este teste define quantas amostras devem ser observadas (n) a certo nível de risco ou probabilidade de aceitação (P_a), em uma população com c ou menor número de falhas, baseados em uma taxa de falhas conhecida (p), ou a proporção da população que apresenta defeitos.

As regras para realizar um teste seguindo a probabilidade binomial, já utilizando o mesmo para o presente estudo são:

- Escolher um nível de confiança e determinar P_a . É importante lembrar que $P_a = 1 - \text{nível de confiança}$. Na indústria automobilística usualmente utiliza-se 95% de confiança. Portanto $P_a = 1 - 0,95 = 0,05$;
- Determinar o número de falhas, c , que são toleráveis; Será tolerado $c=2$ componentes com substituição/reparo por veículo por visita;
- Calcular a taxa de falha atual, p , baseada no número de falhas e produção total. Como estes dados de IPTV são confidenciais será utilizado para simulação o dado 50 IPTV, que correspondem a 5 pph, conseqüentemente $p= 0,05$
- Usar a tabela 7 para determinar o tamanho da amostra, n , baseado no risco assumido, número de falhas, e taxa de falhas conhecida. Cruzando os dados dos passos anteriores na tabela, o tamanho de amostra para a validação da extensão do período de garantia para veículos populares é de no mínimo 117 veículos;

Tabela 7 - Número de Amostras por Probabilidade Binomial (La Mothe, 1999)

$P_a \backslash p$	c = 0			c = 1			c = 2		
	0,01	0,05	0,1	0,01	0,05	0,1	0,01	0,05	0,1
0,01*	461	300	231	648	450	358	810	583	471
0,05*	93	60	47	130	90	72	162	117	94
0,1	44	29	22	63	44	35	78	57	47
0,2	21	14	11	30	21	17	38	28	23
0,3	13	9	7	19	14	11	24	18	15
0,4	10	6	5	14	10	8	18	13	11

Depois da determinação do tamanho de amostra deve-se executar o plano, verificando-se se o numero de falhas por visita às concessionárias é menor ou igual ao número predeterminado de falhas.

Segundo dados da Gipa (2006), o motorista brasileiro percorre com o carro em média 12.800 km em um ano. Com base nestes dados, a recomendação para o plano de validação é de que os veículos monitorados sejam inspecionados a cada 6 meses ou 6.500 km, o que ocorrer antes para a verificação dos seus componentes e sistemas.

O plano de verificação de componentes nas inspeções periódicas deverá cobrir os seguintes subsistemas dos veículos a serem verificados:

- Motor e transmissão;
- Freios;
- Direção, suspensões (dianteira e traseira) e pneus;
- Carroceria;
- Sistema elétrico.

É necessário neste estudo determinar a origem dos veículos da amostra que serão inspecionados no plano de validação da extensão do período de garantia para veículos populares. As opções de veículos para este plano são:

- Utilização de veículos provenientes do campo de provas da Empresa;
- Utilização de veículos provenientes da frota da empresa;
- Utilização de veículos provenientes de frotas de outras empresas;
- Utilização de veículos provenientes de frotas de empresas locadoras de veículos;
- Utilização de veículos de motoristas de praça;
- Utilização de veículos de clientes da empresa.

A utilização de veículos de clientes da empresa demonstra ser uma alternativa interessante quando considerada a possibilidade das amostras representarem uma população de veículos que estarão distribuídos em todo o território nacional e que representarão à voz do cliente final. Porém, os riscos são grandes quanto à possibilidade de incertezas quanto à veracidade das respostas dos clientes quando questionados a respeito da disciplina requerida na manutenção dos veículos em concessionárias da empresa antes da introdução do plano e durante todo o período em que este estiver sendo aplicado.

O uso de veículos da frota da empresa apresenta as vantagens da utilização de veículos com o mais recente conteúdo técnico e também pelo fato por serem utilizados por funcionários e jornalistas especializados em avaliação de veículos. Porém o alto investimento para a manutenção das amostras e o pagamento de mão de obra de funcionários mostra-se necessário para que seja garantida a confiabilidade nos resultados finais deste plano de validação. Outro ponto crítico a ser considerando nesta opção é a incerteza quanto ao tempo necessário para a execução do plano de validação.

A utilização de veículos do campo de provas da empresa surge como a alternativa mais viável para a execução do plano de validação da extensão de garantia para veículos populares por representar o maior controle sobre as amostras no tocante ao conteúdo técnico dos veículos, controle de manutenção, proximidade física com os demais departamentos da empresa e fornecedores, e principalmente, o controle efetivo da quilometragem percorrida pelas amostras no curto período estimado de seis meses para a total execução deste plano. O baixo nível de incerteza aliada às vantagens técnicas são superiores às desvantagens observadas nesta opção mesmo quando consideradas as de nível econômico.

Após a execução do plano de validação técnica e posterior tomada de decisão quanto a extensão do período de garantia para veículos populares considerando-se que o número total de amostras dos veículos provenientes do campo de provas sejam aprovadas quanto à confiabilidade e durabilidade de seus componentes, é necessária a determinação de um plano por parte da empresa.

Recomenda-se a implementação progressiva da extensão do período de garantia em função do alto risco verificado neste plano, sendo este plano dividido em quatro fases. Portanto o plano de implementação da extensão do período de garantia para veículos populares contempla primeiramente dois anos de vigência e ao término deste período será analisada a viabilidade da adoção de três anos de acordo com os resultados obtidos.

Primeira fase - Comunicação e treinamento:

- Comunicação e treinamento dos funcionários da empresa;
- Comunicação aos fornecedores;
- Comunicação para as concessionárias;
- Treinamento para os funcionários das concessionárias;
- Divulgação e exposição na mídia.

Segunda fase - Vigência da garantia de dois anos:

- Monitoramento das falhas ocorridas em durabilidade durante o segundo ano de garantia;
- Tomada de decisão quanto à extensão do período de garantia para três anos.

Terceira fase - Vigência da garantia de três anos

- Monitoramento das falhas ocorridas durante o terceiro ano de vigência da garantia;
- Tomada de decisão quanto à manutenção do período de garantia para três anos

Segue na Figura 12 abaixo o cronograma consolidado de todas as fases e atividades deste plano:

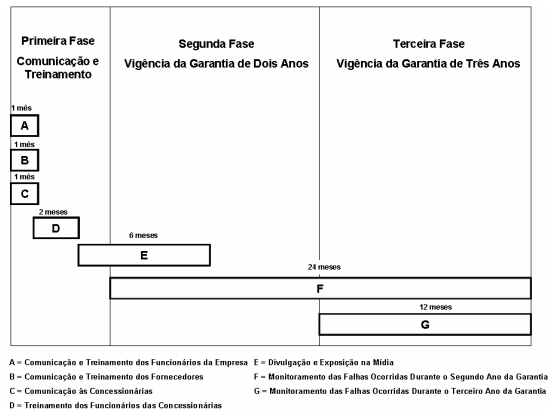


Figura 12 – Cronograma do Plano de Implementação da Extensão do Plano de Garantia Para Veículos Populares

CONCLUSÕES

A extensão da garantia para veículos populares ajudará a consolidar a imagem da empresa no mercado como fornecedora de produtos de alta qualidade e robustez o que a fará diferenciar das outras empresas nos aspectos mercadológicos, aumentando assim a intenção de compra por parte do mercado consumidor para os produtos oferecidos pela empresa.

Outro ponto importante é que a empresa prestará o auxílio e serviços necessários aos clientes durante todo o tempo em que durar o período de garantia estendida, o que reforçará ainda mais a boa imagem da empresa no mercado.

Todos estes pontos devem ser explorados pelos departamentos de marketing e vendas da empresa, através da exposição das qualidades do produto em todas as formas de mídia, mostrando aos clientes todas as vantagens tangíveis ao adquirir um produto com alta qualidade e robustez, produzido e garantido por uma marca que tenha uma boa reputação e imagem no mercado brasileiro e que primará pelo bem estar de seus clientes em relação ao produto no período em que vigorar o período de garantia e colocando-se a disposição mesmo depois do término deste período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Adams, J. H., Longman Dictionary of Business English. Beirute: Harlow and York Press, 1982

[2] Baxter, A. L.; Tortorella, M., Dealing with Real Field Reliability Data: Circumventing Incompleteness by

Modeling & Interaction. In: Proceeding Annual Reliability and Maintainability Symposium , 1984, p. 55-261.

[3] Barkai J.; Quality Improvement And Warranty Cost Containment: Better Answers Are In the Text, SAE 2666, 2004.

[4] Berke T.; Zaino, A. N. Warranties: What Are They? What do They Really Cost? In: Proceeding Annual Reliability and Maintainability Symposium, 1991, p. 326-329

[5] Blashe, M. K.; Shrivastava, B. A., Defining Failure of Manufacturing & Equipment. In: Proceeding Annual Reliability and Maintainability Symposium , 1991, p. 326-329.

[6] Brall A., A Model for Success in Implementing an R&M Program by a Supplier of Manufacturing Machinery. In: Proceeding Annual Reliability and Maintainability Symposium , 1994, p. 59-64.

[7] Figueiredo, R., A Garantia Como Ferramenta de Gestão na Indústria Eletroeletrônica de Consumo, Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2005.

[8] GIPA - Grupo Interprofissional de Produtos e Serviços Automóvel. Pesquisas Motoristas 2006. Relatório Interno.

[9] Hansen K. C.; Thyregod P., Analysis of Contaminated Field Failure Data for Repairable Systems, In Proceeding Annual Reliability and Maintainability Symposium, 1991, p 604-609.

[10] Hart, C. W. L., The Power of Unconditional Service Guarantees. Harvard Business Review, v. 66, p. 54-62, Julho/Agosto 1988.

[11] Hart, C. W. L., Garantias Extraordinárias: Como Criar Um Diferencial no Mercado por Meio de Garantias. São Paulo: Editora Pioneira, 1996.

[12] Kandampully, J.; Butler, L. Service Guarantees: A Strategic Mechanism to Minimize Customer's Perceived Risk in Service Organizations. Managing Service Quality, v. 11, n. 2, p. 112-120, 2001.

[13] LaMothe, C. P., Red X Strategies Pocket Guide, Second Edition. General Motors Corporation, 2002.

[14] O'Connor, P. D. T.: Practical Reliability Engineering, New York. Editora John Wiley & Sons, 2002.