

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PREVISÃO DE FALHAS NO PERÍODO DE GARANTIA A PARTIR DA
PERCEPÇÃO DO CLIENTE: UM ESTUDO DE CASO JUNTO A UMA EMPRESA
DE ALTA TECNOLOGIA**

Siane de Castro Pasetto

Porto Alegre, 2002.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PREVISÃO DE FALHAS NO PERÍODO DE GARANTIA A PARTIR DA
PERCEPÇÃO DO CLIENTE: UM ESTUDO DE CASO JUNTO A UMA EMPRESA
DE ALTA TECNOLOGIA**

Siane de Castro Pasetto

Orientador: Professor Dr. José Luis Duarte Ribeiro

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Leonardo Rocha

Prof. Dr. Manoel Veras

Prof. Dr. Renato Ribas

**Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia como
requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade
Profissionalizante – Ênfase em Gerência de Serviços**

Porto Alegre, 2002.

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. José Luis Duarte Ribeiro

Orientador

Escola de Engenharia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Helena Beatriz Bettella Cybis

Coordenadora

Mestrado Profissionalizante em Engenharia

Escola de Engenharia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

Prof. Leonardo Rocha

PPGEP/UFRGS

Prof. Manoel Veras

Dell Computadores do Brasil

Prof. Renato Ribas

Instituto de Informática/UFRGS

*À memória de meu pai, Gilberto “Tim” Pasetto,
que continuará sendo para mim o grande exemplo de
força, dedicação e vitórias.*

AGRADECIMENTOS

À toda Diretoria de Serviços da Dell Computadores do Brasil, onde eu tive a oportunidade de aprender um pouco da arte dos serviços ao cliente. Especialmente ao nosso Diretor, Ronaldo Araki, por toda orientação e motivação a seguir meus estudos na área e me ajudando a dividir minha dedicação entre a Dell e ao Curso de Mestrado.

Aos professores José Luis Duarte Ribeiro e Márcia Elisa Echeveste pela motivação e entusiasmo, pela disponibilidade, sugestões e orientações fundamentais para a conclusão deste trabalho.

À minha mãe, Ana Luiza, e aos meus irmãos, Fernanda e Thiago, pelo apoio incondicional, amor e ajuda mútua. Nossa união sempre tem nos ajudado a superar os desafios da vida e, com certeza, esta é mais uma conquista nossa. Ao meu pai, Gilberto, que além de muita saudade, nos deixou um lindo exemplo de dedicação e conquistas.

À minha amiga Andréa, pela ajuda na “caça de artigos”, pelo incentivo constante e amizade irrestrita.

Ao meu noivo Ronaldo, com quem sempre dividi meus sonhos e de quem recebi força para perseguí-los. Pelo amor, companheirismo e cumplicidade, muito obrigada.

ÍNDICE

1	COMENTÁRIOS INICIAIS	1
1.1	Introdução.....	1
1.2	Tema e Objetivos	3
1.2.1	Tema.....	3
1.2.2	Objetivos	4
1.3	Justificativa do tema e dos objetivos.....	5
1.4	Método de trabalho.....	7
1.4.1	Revisão Bibliográfica.....	8
1.4.2	Escolha do produto e identificação dos clientes.....	8
1.4.3	Tempo e intensidade de uso por parte dos clientes	9
1.4.4	Confiabilidade do produto (dados da Engenharia).....	9
1.4.5	Previsão de falhas teóricas (dados de Serviços).....	9
1.4.6	Comparação com as falhas observadas em campo.....	10
1.4.7	Revisar estimativas de confiabilidade do produto (até obter aderência ao que ocorre em campo).....	10
1.4.8	Previsão de falhas após o ajuste da confiabilidade do produto	11
1.4.9	Método de realimentação e atualização das estimativas	11
1.4.10	Recomendações para a melhoria do produto e seus serviços associados.....	11
1.5	Estrutura	12
1.6	Limitações	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	O Setor de Alta Tecnologia e a Indústria de Computadores	14
2.2	A Importância dos Serviços no Cenário Competitivo.....	18
2.2.1	Os Serviços Como Diferencial Competitivo	18
2.2.2	Os Serviços e a Criação de Valor, Satisfação e Fidelidade.....	20
2.3	A Categoria de Serviços de Garantia	23

2.3.1	O Código de Defesa do Consumidor e as Garantias	25
2.4	Confiabilidade e Previsão de Falhas no Período de Garantia	25
2.4.1	Análise de Ciclo de Vida do Produto	26
2.4.2	Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)	28
2.4.3	Predição dos Eventos de Garantia	28
2.4.4	Distribuição de Weibull	29
2.4.4.1	Efeitos do Parâmetro de Forma β	29
2.4.4.2	Efeitos do Parâmetro de Escala η	31
2.4.4.3	Efeitos do Parâmetro de Localização γ	32
2.5	Modelagem de Tempos de Falha ao Longo do Calendário (Garanta: Método de Werner, Ribeiro et al, 1996).....	33
2.5.1	Aplicação da Modelagem Matemática	34
2.5.2	Análises Adicionais	35
3	ESTUDO DE CASO	37
3.1	Contexto do Estudo de Caso	37
3.1.1	A Empresa	38
3.1.2	Os Custos de Garantia	38
3.1.3	A Função Taxa de Falhas	39
3.2	Definição das Variáveis de Estudo.....	40
3.3	Identificação dos Clientes	41
3.3.1	Usuários Corporativos	41
3.3.2	Usuários Domésticos	42
3.3.3	Tempo e Intensidade de Uso por Parte dos Clientes	43
3.4	Confiabilidade do Produto (Dados da Engenharia).....	48
3.5	Previsão de Falhas Teóricas	51
3.6	Comparação com as Falhas Observadas em Campo (Dados de Serviços)	53
3.7	Revisão das Estimativas de Confiabilidade do Produto (Aderência ao Observado em Campo).....	55
3.8	Previsão de Falhas após o Ajuste da Confiabilidade do Produto	56
3.9	Método para Atualização Periódica da Predição de Falhas	59
3.9.1	Atualização dos Bancos de Dados	61
3.9.2	Geração do relatório de taxa de falhas	61

3.9.3	Comparação das novas taxas de falhas observadas em campo com as taxas de falhas teóricas	62
3.9.4	Atualização das projeções de falhas.....	62
3.9.5	Atualização das análises gerenciais.....	62
3.9.6	Disseminação das novas análises	63
3.9.7	Ações corretivas	63
4	ANÁLISES E RECOMENDAÇÕES PARA A MELHORIA DO PRODUTO E SEUS SERVIÇOS ASSOCIADOS.....	64
4.1	Total de Falhas ao Longo do Tempo.....	64
4.2	Dimensionamento da Estrutura de Atendimento	65
4.2.1	Dimensionamento do Suporte Técnico pelo Telefone	66
4.2.2	Dimensionamento do Estoque de Reposição	69
4.2.3	Dimensionamento da Equipe de Campo	71
4.3	Lucratividade no Ciclo de Vida do Produto.....	72
4.4	Recomendações Para o Produto e Seus Serviços Associados.....	77
4.4.1	Recomendações para Marketing	78
4.4.1.1	Posicionamento no mercado.....	78
4.4.1.2	Prazos de Garantia.....	79
4.4.1.3	Upgrade de contratos de serviços.....	80
4.4.2	Recomendações para Produção.....	80
4.4.3	Recomendações para Serviços	81
4.4.3.1	Redução nos Custos de Suporte Técnico	81
4.4.3.2	Redução nos Custos das Peças	82
4.4.3.3	Redução nos Custos do Atendimento no Campo.....	82
4.4.4	Resumo das recomendações.....	83
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
5.1	Conclusões	85
5.2	Trabalhos Futuros.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Determinantes do valor entregue ao consumidor (adaptado de Kotler, 1998). .	20
Figura 2.2: Confiabilidade e Custo Total do Produto	27
Figura 2.3: A “Curva da Banheira” representando o comportamento de falhas do produto....	27
Figura 2.4. Efeitos do parâmetro de forma β na distribuição de Weibull.	30
Figura 2.5. Efeitos do parâmetro de forma β nas taxas de falhas.	30
Figura 2.6. Efeitos do parâmetro de escala η na distribuição de Weibull.	31
Figura 2.7. Efeitos do parâmetro de localização γ na distribuição de Weibull.	32
Figura 3.1. Dados Iniciais	45
Figura 3.2. Modelagem do tempo de uso para clientes corporativos.....	45
Figura 3.4. Estatísticas do tempo de uso para clientes corporativos.....	47
Figura 3.5. Estatísticas do tempo de uso para clientes domésticos.....	47
Figura 3.6. Modelagem do tempo de vida do produto, em horas de uso contínuo.	49
Figura 3.7. Estatísticas do tempo de vida do produto, em horas de uso contínuo.	50
Figura 3.8. Falhas Acumuladas ao longo do tempo.....	52
Figura 3.9. Falhas ao longo do tempo.....	52
Figura 3.10. Estatísticas do comportamento da vida do produto (ajustado).	55
Figura 3.11. Falhas Acumuladas ao longo do tempo.....	57
Figura 3.12. Falhas ao longo do tempo.....	57
Figura 3.13: Comparação entre as falhas acumuladas teóricas (após ajuste) e as falhas observadas.....	58
Figura 3.14: Fluxograma de retroalimentação e atualização das projeções de falhas.....	60
Figura 4.1. Evolução das falhas ao longo de tempo.....	65
Figura 4.2. Esquema de Atendimento à Garantia.....	66
Figura 4.3. Previsão da demanda de suporte técnico através de chamadas telefônicas.	67
Figura 4.4. Previsão da quantidade de analistas de suporte necessários para atendimento à demanda.....	68

Figura 4.5. Componentes mais utilizados no atendimento de campo.....	70
Figura 4.6. Previsão de demanda de peças de reposição para atendimento de campo.....	70
Figura 4.7. Capacidade de Assistência Técnica.....	71
Figura 4.8. Esquematização das Componentes do Custo de Garantia.....	73
Figura 4.9. Relação Ganho x Perda no estudo de caso dos computadores <i>desktops</i>	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Comparação das variáveis de uso de <i>desktops</i> entre os grupos de clientes corporativos e domésticos	44
Tabela 3.2: Estatísticas do comportamento da vida do produto.....	49
Tabela 3.3: Exemplo do registro das falhas observadas em campo	53
Tabela 3.4. Comparação entre as falhas acumuladas teóricas e observadas.....	54
Tabela 3.5: Estatísticas do comportamento da vida do produto (ajustado).....	56
Tabela 3.6 Comparação entre as falhas acumuladas teóricas (após ajuste) e as falhas observadas.....	58
Tabela 4.1. Quantificação dos custos envolvidos no incidente de garantia.....	75
Tabela 4.2. Falhas projetadas para cada ano de garantia.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Comparação do uso entre clientes corporativos e domésticos	43
Quadro 4.1. Custos pós-venda comuns para o fabricante e para o cliente.....	72
Quadro 4.2. Custos envolvidos no incidente de garantia.....	75
Quadro 4.3. Áreas de atuação.....	77
Quadro 4.4. Resumo das recomendações para o produto e serviços associados.	83

RESUMO

A prestação de serviços tem sido um importante diferencial dentro do cenário competitivo atual. Para empresas de manufatura, um desses serviços de destaque é o atendimento à garantia, o qual deve ser desenhado de forma a maximizar a satisfação do cliente, operando dentro de custos otimizados.

Para permitir a alocação mais eficiente de recursos aos serviços de atendimento à garantia, é importante entender o comportamento das falhas do produto durante o período de garantia, o qual depende da confiabilidade do produto, do tempo e intensidade de uso e do volume de vendas. Esta dissertação trata da aplicação e adaptação de um modelo apropriado para a predição de falhas durante o período de garantia. Esse modelo poderá auxiliar as organizações a manter controle sobre o custo do atendimento à garantia, auxiliando na melhoria contínua dos serviços prestados.

ABSTRACT

Services delivery has been an important differential in the current competitive market. In the manufacturer's context, one of the most important services is the warranty support, which should be designed in such a way of maximizing customer satisfaction while driving reasonable costs.

In order to allow an organization to make the most efficient allocation of resources to warranty services, it is important to understand the failure behavior of the product during the warranty period. The failure behavior is a function of product reliability, customer time and intensity of use, and sales volume. The subject of this work is the adaptation of a model developed for failure prediction during the warranty period. This model will help organizations to control warranty costs, contributing to the continuous improvement of the service delivery quality.

1 COMENTÁRIOS INICIAIS

1.1 Introdução

Algumas prioridades estratégicas são comuns no ambiente corporativo atual. As empresas almejam uma estrutura que permita redução de custos, aumento da satisfação dos clientes e crescimento no seu negócio principal. Certamente há diversos caminhos para perseguir esses objetivos.

A componente de serviços dentro da indústria de bens manufaturados, especialmente no setor de alta tecnologia, tem apresentado importância crescente. Afinal, pode ser através dos serviços prestados que a empresa diferencie seus produtos da concorrência. Além disso, é uma fonte de constante contato com o cliente, que se estende durante toda a vida do equipamento, extrapolando o momento da transação de venda. A prestação de serviços consolida o vínculo empresa-cliente (relacionamento) tão desejado pelas organizações de hoje.

Entretanto, a maioria dos fabricantes não desfruta de uma estrutura que permita estreitar esse relacionamento. No caso de serviços, especificamente na área de assistência técnica, ou atendimento à garantia, a maioria dos fabricantes terceiriza totalmente o processo de atendimento para a sua “rede de assistência técnica autorizada”. Assim, fica delegada a terceiros, além da responsabilidade pela assistência técnica, a própria prática do relacionamento com os clientes.

Estes fabricantes, na maioria das vezes, têm uma visão limitada, voltada ao produto exclusivamente. As empresas com esta característica estão mais preocupadas em manter altos

volumes de fabricação independentemente do ritmo de aceitação do mercado e dos atributos desejados pelos clientes, sejam eles relacionados ao produto ou aos serviços associados.

Um dos efeitos do pouco relacionamento com o cliente após a venda é a falta de entendimento da real performance do produto no campo. Certamente, análises de confiabilidade e projeções de curvas de falhas do produto podem auxiliar a entender melhor o desempenho efetivo do produto. Teoricamente, essas predições deveriam corresponder à realidade percebida pelo cliente.

No momento atual, no qual as organizações voltam a sua ênfase para o mercado, uma questão importante refere-se ao que deve ser levado em consideração: o modelo de falhas teórico projetado pela Engenharia ou a percepção de falhas que o cliente reporta através de reclamações, acionamento da garantia e busca por assistência técnica?

Dentre as várias definições de qualidade, uma das mais difundidas atesta que a qualidade é aquela definida pelo cliente. Desta forma, as empresas deveriam estar mais preocupadas com o nível de serviço de assistência técnica oferecido a seus clientes. É importante que as empresas entendam o que significa, do ponto de vista da qualidade de seus produtos, cada interação com o cliente que busca por assistência. Ao entender melhor essas interações, as empresas estariam buscando exatamente aquela qualidade definida por seus clientes, habilitando-se para mantê-los satisfeitos e, especialmente, leais a seus produtos.

O tipo de garantia oferecida pode ser o atributo diferencial entre produtos concorrentes, e, por essa razão, técnicas para o aumento da qualidade em serviços deveriam ser aplicadas para proporcionar o mais alto nível de serviço e maior satisfação do cliente. Entretanto, os custos relacionados a esse serviço de alto nível fatalmente estarão embutidos no preço final do produto. Assim, a empresa corre o risco de perder fatia de mercado por praticar preços mais altos que seus concorrentes.

Cabe aqui ressaltar a importância do relacionamento direto entre o fabricante e o consumidor. O modelo direto, através do qual a Dell Computadores se tornou a maior empresa em venda de computadores no mundo, prevê a exclusão dos intermediários em todo o relacionamento com o cliente. Isso não significa uma integração vertical de todas as atividades relacionadas ao processo produtivo, mas sim, o estabelecimento de um ponto único de contato para o cliente em tudo o que for relativo ao seu produto, inclusive serviços pós-venda.

É esse contato direto com o consumidor que permite monitorar a percepção do cliente referente à qualidade dos produtos fabricados. Quando o fabricante é responsável diretamente pelo suporte técnico, por exemplo, ele tem a vantagem de imediatamente encaminhar as percepções de falha à Engenharia, para que sejam realizados os ajustes necessários nos processos ou até no projeto do produto oferecido. Outras vezes, será necessário encaminhar tais percepções à equipe de Marketing, para que sejam lançadas ações de “educação do cliente” para uso de determinado equipamento, prevenindo o mau-uso (recorrente causa de falhas, especialmente em produtos de alta tecnologia).

Estando, através de serviços, em contato permanente com seus clientes, as empresas têm uma alta capacidade de resposta às reações do mercado frente a seus produtos. Isso, num mercado cada vez mais competitivo, torna-se um importante trunfo nas mãos das empresas que prestam serviços de alta qualidade a seus clientes.

1.2 Tema e Objetivos

1.2.1 Tema

Essa dissertação aborda dois temas principais: previsão de falhas na garantia e confiabilidade de produtos de alta tecnologia, os quais apresentam algumas características peculiares. Dentre elas destacam-se os fatos de que estes produtos estão expostos a constantes inovações tecnológicas e sua funcionalidade depende muito do grau de educação do usuário. Além disso, os produtos de alta tecnologia são acompanhados de alta expectativa em termos de performance.

1.2.2 Objetivos

A empresa que será objeto de estudo possui uma operação totalmente nova no país e precisa entender o comportamento de falhas de seus produtos, bem como os custos envolvidos no atendimento à garantia. Esses custos nunca haviam sido analisados ou projetados para o mercado local. Até o momento, as decisões foram baseadas em indicadores e parâmetros desenvolvidos para o mercado americano. No entanto, na medida em que a base instalada no Brasil está crescendo, acumulam-se informações sobre o histórico nacional de atendimentos à garantia. Essas informações permitem subsidiar as análises que estão desenvolvidas neste trabalho.

Essa dissertação tem como objetivo principal aplicar um método apropriado para a previsão de falhas no período de garantia, contemplando produtos de alta tecnologia, que continuamente estão sendo objeto de inovações tecnológicas.

Dessa forma, os objetivos da dissertação concentram-se em:

- i. Aplicar um modelo de predição de falhas durante a garantia de produtos de alta tecnologia

Com base nos dados históricos de reclamações de garantia mantidos pela empresa, busca-se aplicar um modelo capaz de prever os gastos com a garantia no futuro. Especificamente, este modelo deve trazer os dados do campo (ou as falhas percebidas pelo cliente) como informação fundamental nas projeções.

- ii. Desenvolvimento de um Estudo de Caso, aplicando-se o modelo definido anteriormente de forma a realizar a previsão de falhas no período de garantia em um dos produtos de uma empresa de alta tecnologia.

A partir do estudo de caso é possível realizar uma série de análises de implicação gerencial, incluindo recomendações para melhoria do produto e de seus serviços associados.

- iii. Definição de etapas que permitam a realimentação do modelo.

A partir do modelo definido, espera-se estabelecer procedimentos para a realimentação periódica que permita avaliar as estimativas, de forma a validá-las ou ajustá-las. Essa capacidade de revalidação torna-se ainda mais importante na indústria de alta tecnologia, caracterizada pelo dinamismo nas inovações e pelo impacto que as mesmas podem ter sobre a curva de falhas do produto. Além disso, as empresas podem usar esses dados das taxas de falhas para subsidiar as decisões da empresa, por exemplo, a respeito da definição do período de garantia ofertado por linha de produto e do custo e preço deste serviço.

Alguns objetivos secundários desdobram-se a partir do desenvolvimento dos objetivos anteriores. São eles:

- i. Determinação dos custos envolvidos no atendimento à garantia a partir do estudo de caso.
- ii. Recomendações para a redução desses custos (através da diminuição dos custos envolvidos em cada atendimento e aumento da confiabilidade do produto) e recomendações para a utilização da estrutura de serviços existente como forma alternativa de geração de receita.

Os resultados destes estudos provavelmente indicarão a possibilidade de adaptação do modelo sugerido a outras empresas (de manufatura e serviços) que atuam sob o modelo direto de negócios. Esse modelo poderá auxiliar essas organizações a manter controle sobre o custo do atendimento à garantia, permitindo a elevação da qualidade dos serviços prestados, mesmo dentro de um contexto de redução de custos.

1.3 Justificativa do tema e dos objetivos

A combinação da oferta de produtos, serviços agregados, atributos da marca, conveniência e preço (ou seja, a formação de valor) parece ser a chave para obter vantagem

competitiva no mercado atual. Esse modelo de formação de valor é defendido por vários estudiosos de relações de mercado, entre eles Kotler (1998). De Croix (1999) complementa dizendo que vem se observando o crescimento do uso das garantias como ferramenta competitiva, especialmente para bens duráveis.

O atendimento no período de garantia, além de obrigação legal (como o é no Brasil), é fundamental na experiência que o cliente terá com o produto e, portanto, pode influenciar na satisfação e possível fidelidade do cliente.

Quando é necessário um atendimento no período de garantia, significa que o produto (ou mesmo um serviço) apresentou algum tipo de falha. Este evento já é uma experiência negativa para o cliente, e o tipo de atendimento oferecido irá influenciar a percepção do cliente em relação àquele fornecedor. Lassar et al (1998) afirmam que um modo de diminuir a insatisfação do cliente é o tratamento do problema de forma pronta e eficaz. Uma maneira de assegurar ao cliente que eventuais problemas serão encaminhados para solução é justamente o fornecimento de uma garantia do produto.

De acordo com Lovelock (1995), os fabricantes devem então investir numa estrutura eficaz e capaz de oferecer o melhor serviço. Por outro lado, os custos envolvidos na prestação deste serviço devem ser controlados de forma a não afetar a competitividade do produto em termos de preço, já que a concorrência acirrada, verificada em muitos setores, não permite que um serviço excepcional justifique um preço fora da faixa aceitável.

Segundo Petkova (2000), um centro de serviços (como um *call-center* de atendimento ao cliente), apresenta uma característica única de intermediar o contato entre o cliente e a empresa quando ocorre um problema relacionado à qualidade de um produto ou serviço. Em particular, quando um problema está coberto pela garantia, o centro de serviços irá tentar reparar ou substituir o produto defeituoso o mais rápido possível e a custos mínimos. Especialmente em produtos de alto volume existe um alto grau de inovação. Quanto mais inovador um produto for, mais difícil torna-se a projeção da confiabilidade do mesmo, já que é difícil prever como os clientes irão usá-lo. Segundo o autor, a área de Serviços é capaz de coletar informações vitais sobre o desempenho do produto no campo e como os clientes interagem com o produto. Se essas informações forem bem analisadas e comunicadas, a recorrência de antigos problemas deverá ser drasticamente reduzida bem como os custos relacionados à garantia, *recalls* e reparos.

Mitra (1997) lembra que além de ser uma ferramenta competitiva, as garantias custam muito dinheiro aos fabricantes. Assim, os custos de um programa de garantias devem ser estimados precisamente e seus efeitos na lucratividade do negócio devem ser analisados.

Controlar os custos do atendimento à garantia não é uma tarefa simples. O acionamento da garantia depende de uma série de fatores (controláveis ou não) que irão determinar as taxas de falhas do produto. Além disso, existe um custo para cada um desses eventos, o qual também deverá ser investigado.

Outra dificuldade é a predição destes custos no futuro. Como as garantias têm um período de duração pré-definido, é necessário estimar a quantidade de eventos que irá ocorrer durante o período de garantia. Essa quantidade de eventos dependerá diretamente da confiabilidade do produto oferecido e também do modo que o próprio cliente usa o equipamento (variável essa muito mais difícil de ser modificada pela empresa). Para isso, Bai (2001) sugere que devam ser usados os dados de campo ao invés de dados de laboratório, pois além de capturar vários perfis de comportamento de uso real, os dados de campo representam a performance do produto exposto a diversos ambientes que podem ser de difícil reprodução em laboratório. Uma das maneiras de se obter os dados de campo é através da análise dos dados de atendimento à garantia.

O entendimento da operação de atendimento à garantia é um desafio comum a fabricantes e empresas prestadoras de serviço, uma vez que todos têm a necessidade de controle e redução de custos sem prejuízo à qualidade de seus serviços e à satisfação de seus clientes.

1.4 Método de trabalho

O trabalho contempla a aplicação de um método de previsão de falhas desenvolvido por Werner (1996) ao caso de empresas de alta tecnologia.

A abordagem de pesquisa utilizada neste trabalho foi a pesquisa-ação, na medida em que foi concebido e realizado em estreita associação com uma ação e com a resolução de um problema coletivo. O autor deste trabalho manteve grande envolvimento em todas as etapas da pesquisa, atuando em forma cooperativa com outros participantes. Mais detalhes referentes

a pesquisa-ação podem ser vistos em Thiollent (1997) e Yin (2001). As ações realizadas ao longo do esforço de pesquisa caracterizaram as etapas do trabalho, conforme descrito a seguir:

- Revisão bibliográfica;
- Escolha do produto a ser analisado e identificação dos clientes;
- Levantamento do tempo e intensidade de uso por parte dos clientes;
- Levantamento da confiabilidade do produto (dados da Engenharia);
- Previsão de falhas teóricas (utilizando suporte computacional);
- Comparação com as falhas observadas em campo;
- Revisão das estimativas de confiabilidade do produto (até obter aderência ao que ocorre em campo);
- Previsão de falhas após o ajuste da confiabilidade do produto;
- Estabelecimento de um método de realimentação e atualização das estimativas;
- Recomendações de melhoria do produto e serviços associados.

1.4.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica tem o objetivo de fornecer a fundamentação teórica para a contextualização e desenvolvimento do trabalho. Dessa forma, os seguintes tópicos são abordados: o desenvolvimento da indústria de alta tecnologia e inovação, a importância de serviços no cenário competitivo, os serviços de atendimento à garantia e os modelos de confiabilidade disponíveis para auxílio na previsão das falhas durante a garantia.

1.4.2 Escolha do produto e identificação dos clientes

Nesta etapa, inicialmente é feita a escolha do produto a ser analisado, em função de sua importância para empresa e seu histórico de campo. A seguir, são identificados grupos de

clientes que adquirem o produto, os quais podem apresentar comportamentos distintos. Essa identificação permite que as características de cada grupo possam ser incorporadas ao modelo. Isso é necessário uma vez que se acredita que a ocorrência (ou percepção) de falhas está fortemente relacionada com o comportamento do próprio cliente.

1.4.3 Tempo e intensidade de uso por parte dos clientes

A partir da identificação dos grupos de clientes, são definidas algumas das variáveis do comportamento destes em relação ao uso do produto, como tempo e intensidade de uso. É investigada de que forma essas variáveis podem interferir na ocorrência de falhas em produtos de alta tecnologia.

1.4.4 Confiabilidade do produto (dados da Engenharia)

Conforme mencionado anteriormente, o objetivo da dissertação é definir a curva de falhas de determinado produto de alta tecnologia a partir das falhas iniciais reportada pelo cliente. Entretanto, deseja-se traçar um paralelo entre a predição de falhas determinada em época de projeto pela Engenharia e a nova projeção de falhas obtidas com dados já observados em campo, ou seja, reclamações de garantia de clientes. Assim, esta etapa contempla o levantamento da confiabilidade do produto a partir do enfoque do Setor de Engenharia.

1.4.5 Previsão de falhas teóricas (dados de Serviços)

É definido um modelo capaz de prever as taxas de falhas a serem observadas em campo, associadas a determinado produto de alta tecnologia. Essa definição é gerada por suporte computacional e feita com base em dados históricos a respeito de reclamações de garantia segmentados por linha de produto.

O entendimento das taxas de falhas pode contribuir substancialmente aos negócios. Essa contribuição traduz-se em:

- i) Conhecimento em tempo real do desempenho do produto em campo;
- ii) Avaliação sistemática do nível de serviço oferecido;
- iii) Estreito contato e estabelecimento de relacionamento cliente-empresa;
- iv) Capacidade de ação rápida a problemas identificados no campo e sinergia com equipes de projeto e produção e,
- v) Previsão dos custos de atendimento à garantia e o controle sobre os mesmos.

1.4.6 Comparação com as falhas observadas em campo

São comparados os resultados de taxas de falhas obtidos através de duas fontes: a previsão teórica e os dados de campo. A previsão teórica é baseada em dados de laboratório e informações sobre o comportamento de uso dos grupos de clientes, e os dados de campo refletem o acionamento da garantia feito pelos mesmos clientes. Confirmada uma forte relação entre as duas metodologias de cálculo, a empresa poderá utilizar a projeção inicial de falhas para fundamentar decisões relacionadas a produtos e seus serviços associados com menor risco e exposição.

1.4.7 Revisar estimativas de confiabilidade do produto (até obter aderência ao que ocorre em campo)

Ainda utilizando o suporte computacional, as projeções teóricas iniciais com base nos dados obtidos por testes de laboratório podem sofrer ajustes até obter aderência aos dados observados em campo. O objetivo é garantir que o modelo de previsão de falhas que está sendo definido corresponda à realidade das falhas ocorridas em campo.

1.4.8 Previsão de falhas após o ajuste da confiabilidade do produto

Com o modelo de previsão de falhas ajustado e validado, pode-se prever a performance de determinado produto no futuro (dentro do prazo de garantia). É possível definir, com base em estimativas de custo do incidente de serviço, qual o custo do ciclo de vida daquele produto para a empresa. Este ciclo de vida corresponde ao período no qual o produto permanece uma unidade de serviço ativa, ou seja, ainda dentro do período de garantia ou dentro do período de outros contratos de serviço de manutenção como extensões de garantia e serviços especiais.

1.4.9 Método de realimentação e atualização das estimativas

De forma a considerar a característica inovadora do produto, é proposto um método para realimentar e atualizar as projeções de falha periodicamente. Assim, novas análises podem ser geradas mensalmente, respeitando as diferenças em relação à confiabilidade de máquinas que incluem as mais recentes inovações.

1.4.10 Recomendações para a melhoria do produto e seus serviços associados

Conhecendo o comportamento de falhas do produto e os custos envolvidos no atendimento ao serviço de garantia, são recomendadas melhorias nas ofertas da empresa, ou seja, os pacotes compostos por produtos e seus serviços agregados. As recomendações serão elaboradas em um trabalho de equipe a partir da exposição e discussão das análises de projeção de falhas e da indicação de como cada uma das áreas da empresa pode contribuir na geração e, conseqüentemente, na prevenção de falhas do produto.

1.5 Estrutura

No primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema, inserindo a importância do serviço de atendimento à garantia no contexto de competitividade atual, apresentando os objetivos, a metodologia utilizada, além da estrutura e limitações do trabalho.

O segundo capítulo trata da importância dos serviços dentro do setor industrial, da sua utilização como agente diferenciador e gerador de vantagem competitiva e seu papel na criação de valor, bem como na satisfação e na retenção de clientes. Descreve também a definição de garantia e como o Código do Consumidor brasileiro delimita as responsabilidades do fornecedor em relação à garantia. Além disso, ainda é feita uma revisão dos conceitos de Confiabilidade, contemplando modelos de garantia.

O terceiro capítulo é composto por duas fases correlacionadas. A primeira consiste no início do desenvolvimento do estudo de caso, descrevendo a situação inicial, realizando o levantamento de dados, apresentando uma análise do mercado consumidor de um produto de alta tecnologia e identificando grupos de clientes com comportamento semelhante. A segunda fase deste capítulo inicia a aplicação do modelo de confiabilidade escolhido para uso neste estudo de caso. Assim, são definidos os comportamentos de usos dos diferentes grupos de clientes, bem como o comportamento de vida do produto e os resultados dos modelos de confiabilidade são comparados com os dados de falhas obtidos no campo. No final deste capítulo é apresentado um método para avaliar periodicamente a performance dos produtos no campo em relação às previsões decorrentes do modelo de falhas.

O quarto capítulo traz uma série de análises de implicação gerencial com recomendações para a melhoria do produto, de seus serviços associados, bem como para a redução do custo da operação de serviços.

O quinto capítulo apresenta as conclusões obtidas a partir do trabalho desenvolvido e propõe sugestões para trabalhos futuros, que possam dar continuidade ao trabalho desenvolvido.

1.6 Limitações

Essa dissertação não pretende estabelecer um modelo final de previsão de falhas durante o período de garantia. Muitos fatores que podem influir no desempenho do produto no campo poderão não estar sendo tratados especificamente. Na verdade, seu efeito será levado em consideração indiretamente, através dos dados obtidos a partir da reclamação da garantia (voz do cliente).

Uma limitação importante é a variabilidade encontrada dentro de uma mesma família de produtos. A empresa estudada dispõe de famílias de produtos pré-definidas que, como todo bem de alta tecnologia, estão expostos a freqüentes inovações evidenciadas na variabilidade na linha de produtos e na introdução de novos produtos, periféricos e acessórios.

Além disso, a empresa é capaz de personalizar totalmente cada produto, de forma que configurações diferentes e específicas para cada cliente façam parte da mesma família de produtos. Também é possível que sejam usados fornecedores diferentes de mesmos componentes para a uma linha de produtos, aumentando ainda mais a variabilidade dentro de uma família de produtos.

Alguns outros fatores de infra-estrutura também podem limitar o desenvolvimento do trabalho. O pouco tempo disponível limita a validação do modelo contra os dados reais de todo o período da garantia (que em alguns produtos chega a ser de três anos). O levantamento de dados históricos da empresa também foi limitado por requisitos de banco de dados além da estrutura então disponível. Além disso, a literatura especializada em serviços de garantia é bastante restrita, o que torna um desafio solitário de cada empresa o entendimento de sua operação de atendimento à garantia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica necessária para a ambientação e desenvolvimento do trabalho. Os tópicos abordados incluem o desenvolvimento da indústria de alta tecnologia e inovação, a importância de serviços no cenário competitivo, os serviços de atendimento à garantia e os modelos de confiabilidade disponíveis para auxílio na previsão das falhas durante a garantia.

2.1 O Setor de Alta Tecnologia e a Indústria de Computadores

O termo alta tecnologia freqüentemente tem sido associado à indústria de computadores. Segundo Zemke (1991), a era do computador atribui uma nova conotação ao termo “tecnologia”, que originalmente significava “a ciência ou o estudo das artes práticas ou industriais”. Já Utterback apud Mintzberg (1998) afirma que tudo o que é novíssimo e mais difícil de entender pode ser considerado a “alta tecnologia” de sua era. Como exemplo, o autor cita a entrega de gelo no século XIX, que era considerada alta tecnologia de sua época, assim como a produção de automóveis posteriormente. Da mesma forma, daqui a 50 anos, a eletrônica poderá ser vista como lugar-comum.

Uma definição do setor de alta tecnologia é estabelecida por órgãos governamentais do estado de Michigan, EUA. É considerada como atividade de alta tecnologia os negócios nos quais pelo menos 25% das despesas operacionais são usadas para pesquisa e desenvolvimento e a atividade principal do negócio se encaixa em pelo menos uma das oito categorias a seguir:

- (1) Computação avançada ou qualquer tecnologia usada no desenvolvimento de *hardware* ou *software* computacional.
- (2) Materiais avançados com propriedades de Engenharia criadas através do desenvolvimento de processos especializados e tecnologia de síntese.
- (3) Biotecnologia, ou seja, a contínua expansão do conhecimento fundamental relacionado ao funcionamento dos sistemas biológicos.
- (4) Tecnologia de componentes eletrônicos, envolvendo microeletrônica, semicondutores, equipamentos eletrônicos, instrumentação, radiofrequência, microondas, eletrônica milimétrica, componentes ópticos e óptico-elétricos, comunicação de dados e comunicação digital e equipamentos de imagens.
- (5) Engenharia ou testes de laboratório relacionados ao desenvolvimento de produtos.
- (6) Tecnologia ambiental, que é a identificação e a prevenção contra as ameaças ou danos à saúde humana ou ao meio-ambiente, técnicas de recuperação ambiental e desenvolvimento de fontes alternativas de energia.
- (7) Tecnologia de equipamentos médicos, outra que produtos farmacêuticos com valor de diagnóstico ou terapêutico e sob regulamentação.
- (8) Pesquisa e desenvolvimento de produtos.

Como defendido por Kotler (1998), uma das forças mais intensas que atua sobre o mercado é a tecnologia. As novas tecnologias proporcionam valor superior na satisfação e até mesmo na criação de necessidades, estimulando a atividade econômica.

Kotler também apresenta algumas tendências no campo tecnológico, incluindo aceleração do passo na mudança tecnológica, oportunidades ilimitadas de inovação, variação dos orçamentos de Pesquisa & Desenvolvimento e o crescimento da legislação sobre mudanças tecnológicas. Essas tendências definem um ambiente de inovação constante.

Berry (2001) compara o tempo para a difusão popular de novas tecnologias no passado. Por exemplo, levou 55 anos a partir de sua invenção para que um quarto da população americana possuísse automóveis, para possuir telefones, levou 35 anos e televisão, 26 anos. Em relação aos microcomputadores, passaram-se 16 anos para que essa mesma

parcela da população os tivesse e apenas 13 anos no caso dos telefones celulares. Curry e Kennedy apud Cole (2001) apresentam também outro exemplo do computador pessoal, que se mantinha atual por cerca de um ano durante a década de 1980. Em 1997 este período já havia caído para apenas três meses. Ocorre que ao passo que os custos destes produtos vêm caindo, seus projetos são aperfeiçoados, difundindo-se rapidamente pela população. O que anteriormente sequer existia normalmente é lançado no mercado como artigo de luxo e em poucos anos torna-se uma necessidade.

Ao mesmo tempo em que as novas tecnologias são difundidas entre os consumidores, as novidades também podem ser rapidamente absorvidas por empresas concorrentes. Atualmente, mesmo recentes inovações já são oferecidas por vários fornecedores, o que faz com que essas empresas busquem modos de sobressair-se uma em relação às outras, desenvolvendo e explorando novos atributos valorizados pelo cliente.

Neste contexto, Cole (2001) defende que a velocidade com a qual as empresas desenvolvem e implementam novos produtos é fator decisivo no ambiente competitivo. Para o autor, as empresas líderes do setor de alta tecnologia trabalham num ambiente de inovação constante, sendo inovação caracterizada por qualquer solução criativa implementada em menor ou maior escala. Outra característica dessas organizações inovadoras é o foco em atender às necessidades dos clientes através de uma performance diferenciada devido à introdução de novas características ao invés de aumento da confiabilidade somente através de controles de processos internos.

Neste sentido, algumas empresas preferem lançar as novas tecnologias no mercado o mais rápido possível, mesmo antes de testá-las por completo. Assim, a empresa estaria testando o novo produto com seus clientes e usando o *feedback* do campo para aprimorar e lançar novas versões do produto ou serviço no futuro. Entretanto, Cole (2001) lembra que essas empresas devem buscar o equilíbrio entre a velocidade com que os novos lançamentos são feitos e o risco de danos à sua imagem e à satisfação do cliente.

Outros dilemas da inovação são apresentados por Christensen (1997). Segundo o autor, as empresas que lidam com inovações normalmente têm que gerenciar os seguintes ambientes:

- a) O ritmo da evolução da demanda do mercado não é o mesmo da evolução da tecnologia. Nestes casos, produtos que parecem sem utilidade hoje podem se tornar uma necessidade no futuro.
- b) Investimentos são necessários. Projetos de inovação que recebem os recursos requeridos têm maiores chances de sucesso.
- c) Dificuldade da empresa em encontrar o mercado certo para o seu produto. O autor compara os casos de inovações contínuas, nas quais são lançadas novas e melhores versões de um produto ou serviço para o mesmo mercado e o caso de tecnologias que rompem paradigmas anteriores, para a qual a empresa pode querer desenvolver novos mercados.
- d) As empresas podem precisar desenvolver capacidades adicionais para poder lidar com as inovações.
- e) Falhas e aprendizado interativo são uma constante no caso de tecnologias que rompem com os paradigmas anteriores. Normalmente envolvem decisões de alto risco e carência de informações.
- f) A estratégia da inovação pode assumir posturas diferentes de líder ou seguidor dependendo da situação.
- g) As barreiras de entrada diferem das tradicionais (investimentos, recursos e capacidades difíceis de obter ou reproduzir), uma vez que pequenas empresas podem tomar decisões que as grandes não se arriscariam a tomar.

Além disso, Zemke (1991) ressalta que o ritmo intenso de impetuosas invenções e inovações pode estar sendo substituído por uma nova era de atendimento ao cliente, na qual a confiança, segurança e receptividade tornam-se conceitos fundamentais ao lado da atualização tecnológica.

2.2 A Importância dos Serviços no Cenário Competitivo

A importância dos serviços no ambiente corporativo, mesmo na indústria de bens manufaturados, vem crescendo especialmente como fator de diferenciação competitiva e na geração de valor ao cliente.

2.2.1 Os Serviços Como Diferencial Competitivo

As atividades designadas pelo termo *serviços* ainda participam de modos diferentes dentro de cada setor econômico. Entretanto, dentro de um cenário de competitividade crescente, os serviços vêm recebendo papel de destaque em muitas empresas que desejam desenvolver vantagens competitivas em seus mercados de atuação.

Téboul (1999) descreve o tipo de concorrência que um produto pode sofrer dizendo que quando um produto progride em seu ciclo de vida, ele se padroniza cada vez mais, até o ponto onde se torna uma *commodity*. O preço vira o maior fator de competição e para conseguir reduzi-lo, a solução seria cortar custos graças a economias de escala, ampliando a capacidade produtiva. Isto abarrotaria o mercado com uma quantidade de produtos que pode não ser absorvida, travando a guerra de preços inerente a este cenário. O autor defende que esta evolução natural foi exacerbada pela forte concorrência decorrente de privatização, desregulamentação e globalização, além da transformação das expectativas e exigências dos clientes.

Seguindo a mesma linha, de acordo com Trout (2000), há 40 anos a diferenciação entre produtos ou serviços baseava-se numa diferença real entre as ofertas. Normalmente, bastava comparar os benefícios de um produto a outro. Hoje os produtos concorrentes estão cada vez mais semelhantes e a diferenciação como forma de garantir participação no mercado torna-se cada vez mais desafiadora. Vários atributos diferenciadores no passado são hoje considerados elementares. A qualidade, por exemplo, não é mais considerada um diferencial. Como menciona Trout (2000), “conhecer e apreciar seu cliente não é uma diferença, é uma obrigação”.

Além disso, Levitt (1991) defende que a diferenciação é uma das tarefas mais importantes para as empresas. O autor acredita que não existe algo chamado *commodities*, que tudo pode ser diferenciado e que não existe razão para qualquer empresa ficar aprisionada nesse conceito, condenada à competição por preço.

No desafio de competir com ofertas praticamente iguais, muitas empresas acabam apostando na redução de custos e preços como forma de ganhar mercado. Kotler (1998) adverte que isso pode ser um erro uma vez que “produtos baratos” muitas vezes são vistos como de qualidade inferior. Também se corre o risco de acabar afastando compradores ao cortar serviços na busca de redução de custos para viabilizar ofertas mais baratas. Além disso, um concorrente geralmente pode encontrar uma maneira de oferecer uma versão mais barata ainda.

Se a guerra de preços não é uma alternativa interessante, resta buscar outros aspectos capazes de diferenciar de forma positiva as ofertas de determinada organização.

Porter (1998), afirma que estratégia trata de diferenciação, ou seja, a escolha de uma combinação de atividades que possam ser percebidas como valor único para clientes.

Fitzsimmons (2000) cita três estratégias genéricas que permitem a uma empresa superar seus concorrentes: i) a liderança global em custos (como apresentada no parágrafo anterior), ii) a personalização a algum segmento específico de mercado ou ainda iii) a utilização de serviços como diferencial para obtenção de vantagem competitiva e crescimento. Segundo Téboul (1999), isso representa uma pequena revolução em relação ao passado, quando os serviços - especialmente os pós-venda – eram negligenciados ou considerados um fardo. Nos tempos atuais, entretanto, é justamente nestes serviços que pode residir uma parte significativa da cadeia de satisfação do cliente.

Lovelock (1995) também acrescenta que os desenvolvimentos na manufatura também afetam os serviços. Qualquer produto material novo, principalmente se for durável e de alto valor, pode criar uma necessidade de serviços relacionados. Estes podem variar de transporte, instalação, manutenção, limpeza e até consultoria. Historicamente, tais serviços pós-venda geram fluxos de receita importantes durante muitos anos depois da venda inicial. No caso de equipamento de alta tecnologia, entretanto, uma combinação de qualidade superior e maior confiabilidade significa que as máquinas podem se tornar tecnicamente obsoletas antes de começar a apresentar defeitos, reduzindo a necessidade de intervenções de manutenção.

O autor conclui que na economia de hoje, as empresas de manufatura precisam ser híbridas, destacando-se nos aspectos físicos da produção e, também, sendo fornecedoras hábeis de serviços. Algumas empresas lidam com esse problema terceirizando tarefas-chave. As empresas que desejam ficar sempre a par de inovações de produtos e manter contato com seus clientes podem preferir operar como organizações integradas de serviços e fabricação. Essa estratégia fornece um controle mais rígido de qualidade tanto do produto central quanto dos serviços suplementares associados.

2.2.2 Os Serviços e a Criação de Valor, Satisfação e Fidelidade

Kotler (1998) define valor entregue ao consumidor como a diferença entre o valor total esperado e o custo total do consumidor, como mostra a figura 2.1. Assim, para aumentar o valor percebido pode-se trabalhar aumentando o valor total, ao melhorar os benefícios de produtos, serviços, funcionários ou imagem ou diminuindo os custos não monetários como tempo e gasto de energia psíquica e/ou física na obtenção, avaliação ou uso de determinado produto ou serviço. Uma terceira maneira de aumentar o valor seria ao reduzir o custo monetário (ou preço).

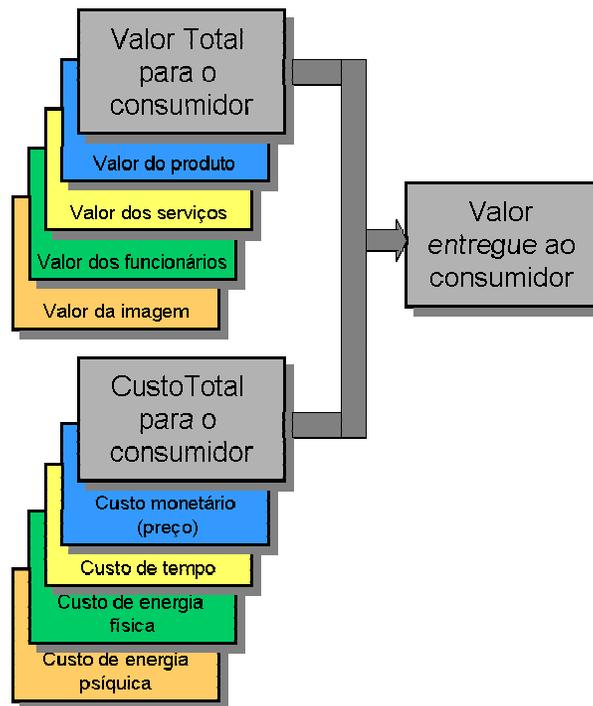


Figura 2.1: Determinantes do valor entregue ao consumidor (adaptado de Kotler, 1998).

A idéia de que empresas tornam-se bem sucedidas ao entregar valor a seus clientes não é nova. O que muda é a maneira como os clientes definem valor no mercado atual. No passado, os consumidores definiam valor como uma combinação de qualidade e preço. O cliente de hoje expandiu o conceito de valor incluindo atributos como conveniência de compra, serviço pós-venda, etc. Segundo Treacy e Wiersema (1993), as empresas que vêm conquistando liderança de mercado destacam-se ao especializarem-se em pelo menos uma dessas três áreas: excelência operacional, intimidade com o cliente ou liderança de produto.

Liderança em Produtos consiste na oferta de produtos e serviços que constantemente melhoram seu uso ou a aplicação, de forma a tornar obsoleta a concorrência.

Por *Excelência Operacional*, entende-se entregar aos clientes produtos e serviços confiáveis a preços competitivos e entregues com a maior conveniência.

Intimidade com o Cliente significa a segmentação e definição do mercado-alvo de maneira precisa, personalizando as ofertas exatamente para atender as demandas deste nicho.

Zemke (1993) acrescenta que *Intimidade com o Cliente* e *Excelência Operacional* seriam as disciplinas relacionadas a Serviços ao Cliente. O autor destaca a entrega de serviços excepcionais como fundamentais nessas duas disciplinas, como recuperação de clientes e garantias de serviço.

Reforçando a importância dos serviços na criação de valor, Jacob (1993) relata a necessidade das empresas repensarem seus serviços, entregando soluções ao invés de apenas produtos.

Kotler (1998) atesta que as empresas estão constantemente tentando aprimorar sua oferta de mercado ou seu pacote de valor. Trabalham em novos termos de garantia, recompensas para clientes fiéis, novas formas de acesso, etc. Entretanto, muitas características podem ser copiadas pela concorrência e, como resultado, algumas vantagens competitivas prevalecem por um curto prazo. O desafio, então, é introduzir novas características e benefícios que atraiam o interesse dos consumidores cheios de opções e inclinados a preços baixos.

Muitos autores defendem a criação de valor como forma de manter renovada a satisfação dos clientes de determinada empresa. Segundo Heskett et al (1997), os clientes são fortemente orientados ao valor, procurando qualidade nos resultados e nos serviços entregues

que de longe excedam o preço e os custos de aquisição daquele bem específico. Assim, a satisfação do cliente seria gerada a partir da oferta de valor.

A importância dos serviços na criação de valor vai além do momento da escolha de um produto ou serviço. Apesar das práticas de “zero-defeitos”, a Pesquisa Nacional de Consumo do Instituto Técnico de Assistência a Programas de Pesquisa realizada nos Estados Unidos e citada em Zemke (1993) apresenta possíveis vantagens de quando esta meta não é atingida. Segundo esta pesquisa, os clientes que tiveram problemas, reclamaram e tiveram suas solicitações resolvidas satisfatoriamente se demonstram muito mais leais à marca do que os clientes que jamais experimentaram qualquer problema. Entretanto, os que experimentaram problemas e não quiseram ou não conseguiram registrar sua reclamação são muito menos fiéis.

Zemke (1993) ainda acrescenta que as organizações que atendem às demandas de qualidade são vistas com olhos únicos por seus clientes, apresentando maiores taxas de retenção dos mesmos, além de relações com o consumidor mais sólidas, melhores receitas e margens mais lucrativas. Ou seja, as empresas ganham vantagem estratégica ao definirem seu foco em retenção de clientes e criação de valor.

De acordo com Griffin et al (1995), clientes satisfeitos são importantes nas organizações porque, em média, 70% do volume de vendas corresponde a recompras. Economicamente importante para qualquer empresa, o nível de recompra feito por clientes satisfeitos define o grau de fidelidade desses clientes.

Griffin (2001) destaca a importância do cliente fiel, uma vez que, além de repetir as compras com regularidade, este cliente também indica seus produtos e serviços preferidos, mostrando-se mais resistente à pressão dos concorrentes e ainda mais tolerante a eventuais falhas no atendimento.

Alguns outros estudos, entretanto, (como Reicheheld, 1996) defendem que a fidelidade não está diretamente relacionada ao grau de satisfação, uma vez que os resultados de curto prazo indicam que uma “guerra de preços” pode afastar clientes de seu fornecedor escolhido independentemente do seu nível de satisfação.

Complementando, Reichheld e Sasser (1990) ressaltam ainda outras vantagens como consequência da fidelidade dos clientes. Entre estas vantagens estão a prevenção dos altos custos relacionados à aquisição de novos clientes; o uso mais frequente do serviço por clientes mais antigos; a queda dos custos operacionais à medida que os clientes se tornam mais

familiarizados com o serviço; a disposição de clientes já existentes a pagar mais pelo serviço e a propaganda espontânea fornecida por clientes satisfeitos e leais.

Desta forma, os serviços podem cumprir um papel estratégico na manutenção e melhoria da competitividade de uma empresa. Isto acontece através da criação de valor e conseqüentes aumentos da satisfação e fidelidade de clientes através da oferta de serviços.

2.3 A Categoria de Serviços de Garantia

Whiteley (1999) comenta que se costumava pensar na qualidade do serviço através da reação da empresa quando um produto não funcionava. A organização não se preocupava muito com o serviço até que houvesse alguma reclamação. De fato, toda a qualidade do serviço ficava sob a responsabilidade da equipe de reparos.

Evoluindo ao longo do tempo, os serviços passam a ser vistos como uma forte ferramenta de diferenciação competitiva. Lovelock (1995) defende que a disponibilidade do serviço (e dos termos do serviço) se tornou critério-chave em decisões de compra, uma vez que ao comprar um produto manufaturado, os clientes precisam ter certeza de que terão assistência onde e quando precisarem e a preços razoáveis. Além disso, eles esperam um período de garantia durante o qual os problemas serão resolvidos sem a cobrança de taxas. O autor usa o próprio exemplo da indústria de computadores pessoais:

“... Embora o produto central esteja em constante inovação, é um campo superlotado no qual inúmeros imitadores competem com nomes de marcas mais amplamente conhecidos. Em uma revisão em 25 modelos mais potentes do mercado, a PC Magazine classificou os produtos não só em aspectos como desempenho, preço, design e construção, expansão e capacidade de RAM, mas também assistência e apoio. A revista instruiu os leitores a procurarem uma máquina com pelo menos um ano de garantia e um número de telefone de apoio. Para testar o nível de qualidade do apoio técnico, os pesquisadores ligam para o número de apoio de cada fornecedor, fazem três perguntas de dificuldade variável e classificam as respostas da empresa quanto à rapidez no atendimento, cortesia e precisão. Outras considerações sobre o apoio incluem serviço local gratuito e telefone *toll-free* (ligação gratuita). Eles classificam o apoio da revendedora analisando suas políticas de treinamento, estoque e equipe de apoio. Para uma

avaliação geral e para identificar o “melhor”, a PC Magazine distribuiu 18% de todos os pontos alcançados por produto à sua classificação nas dimensões de serviço e produto”.

Dessa forma, um dos mais evidentes serviços pós-vendas é o serviço de atendimento à garantia. Monga (1998) define a garantia como um atestado de que um produto ou serviço está em conformidade com os requisitos de projeto, fabricação, execução e uso e livre de quaisquer defeitos de materiais ou processos.

Kotler (1998) ainda traz exemplos do serviço de garantia, definindo-o como uma declaração formal do desempenho esperado do produto assegurado pelo fabricante. Os produtos com garantia podem ser devolvidos aos fabricantes ou a postos autorizados para reparo, substituição ou devolução do dinheiro pago. A garantia, seja explícita ou implícita, é protegida por lei.

Hart (1998) adiciona que a garantia é projetada para aliviar a perda do cliente no caso de uma falha de produto ou serviço, dentro de alguns limites. Muitos vendedores oferecem uma garantia incondicional de satisfação, oferecendo troca do produto, devolução do dinheiro, ou crédito caso o produto não atenda às expectativas do cliente (como os populares programas “Satisfação Garantida ou Seu Dinheiro de Volta”).

Para Lutz (1998), as garantias servem a três propósitos: i) dão segurança aos clientes, ii) afetam a qualidade do produto e iii) são uma ferramenta para discriminação de preços.

Mitra (1997) diz que as garantias vêm se tornando uma importante ferramenta promocional para os fabricantes. As garantias também limitam a responsabilidade do fabricante em caso de falhas além do período da garantia estabelecido. Segundo o autor, as políticas de garantia devem ser revistas periodicamente para assegurar o atendimento às necessidades dos clientes, metas de lucratividade, e a competição contra as ofertas da concorrência. As garantias também têm um outro importante papel para os fabricantes, já que as reclamações funcionam como *feedback* a respeito da qualidade do produto. Essa valiosa informação revela se a performance do produto no campo está de acordo com o seu projeto ou seu propósito.

Também para Hussain (2000), as garantias são importantes para fabricantes e consumidores. Do ponto de vista dos clientes, as garantias passam alguma informação sobre a confiabilidade e a qualidade do produto além de atuar como um “seguro” na ocorrência de

uma falha do produto. Para o fabricante, a garantia é uma proteção contra reclamações exageradas bem como um atributo adicional a ser explorado no mercado.

Assim, de acordo com Berry apud Zemke (1993), garantias de serviço enviam uma dupla mensagem: a primeira, aos clientes, significa que “Se não entregássemos serviços excelentes, não poderíamos tê-los garantido”. A segunda mensagem vai aos empregados: “Precisamos entregar serviços excepcionais porque nós já o garantimos”.

2.3.1 O Código de Defesa do Consumidor e as Garantias

No Brasil, os fabricantes podem definir o nível de garantia e os serviços a ela associados desde que obedeçam aos critérios do Código de Defesa do Consumidor.

Pela lei 8078 de 11 de setembro de 1990, os fabricantes são responsáveis pela reparação dos danos causados a consumidores por defeitos de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e risco.

A lei também indica que caso o problema não tenha sido resolvido em até 30 dias, o cliente tem direito à substituição do produto por outro da mesma espécie, restituição da quantia paga ou ainda, abatimento proporcional do preço.

2.4 Confiabilidade e Previsão de Falhas no Período de Garantia

De acordo com Elsayed (1996), Confiabilidade é a probabilidade de um produto ou serviço operar adequadamente e sem falhas por um período específico dentro das condições normais de uso. Em outras palavras, confiabilidade pode ser usada como uma medida do sucesso de um sistema em desempenhar sua função adequadamente. As atividades típicas dessa área são predições de confiabilidade, análises de FMEA (Análise dos Efeitos dos Modos de Falha) ou FMECA (Análise dos Efeitos e Criticidade dos Modos de Falha), programas de testes de projetos, monitoramento e análise das falhas de campo, além de sugestão de mudanças no projeto ou na manufatura.

O objetivo fundamental das análises de confiabilidade é tornar um produto mais confiável, de forma a reduzir reparos e custos, bem como manter a imagem da empresa perante o mercado.

Essas análises devem ser conduzidas em todos os níveis de projeto e produção. Nos estágios iniciais do projeto, as estimativas podem ser menos acuradas, mas podem ser refinadas na medida em que o projeto se torna mais bem definido. Mesmo depois de o produto ter sido lançado, predições de confiabilidade podem levar em conta dados atuais do campo de forma a estabelecer estimativas mais precisas.

2.4.1 *Análise de Ciclo de Vida do Produto*

A Análise do Ciclo de Vida envolve a avaliação do custo de um produto ou sistema durante seu período de vida. O custo do ciclo de vida leva em consideração os investimentos em desenvolvimento, aquisição, uso, operação, manutenção e descarte. O custo do ciclo de vida é afetado significativamente por problemas de confiabilidade como frequência de falha e tempo para reparo.

Se o fabricante quiser maximizar a confiabilidade de um produto, haverá maiores investimentos nas fases de projeto e/ou fabricação, aumentando os custos pré-venda. Por outro lado, um investimento menor em projeto e fabricação pode comprometer a confiabilidade do produto. O custo total do produto não deve considerar apenas os valores envolvidos até o momento em que o produto sai da fábrica, mas também todos os custos relacionados ao atendimento da garantia, à troca de equipamentos defeituosos, à perda de clientes e de vendas futuras devido a experiências com produtos não-conformes. Como mostra a figura 2.2, ao aumentar a confiabilidade, os custos iniciais do produto podem aumentar ao passo que os custos de suporte diminuem. Assim, num nível de confiabilidade ótima, o custo total do produto é mínimo (de acordo com *www.weibull.com*).

De acordo com Monga (1998), a maioria dos produtos apresenta um comportamento de falhas característico, conhecido como a “curva da banheira” mostrada na figura 2.3. Estes produtos apresentam altas taxas de falhas no início do uso, normalmente devido a problemas de fabricação, mão-de-obra, pobre controle de qualidade, etc. Essa taxa de falha inicial reduz com o tempo e apresenta um comportamento constante durante a vida útil do produto. Após

este período, as taxas de falhas tendem a aumentar rapidamente com o desgaste natural do produto.

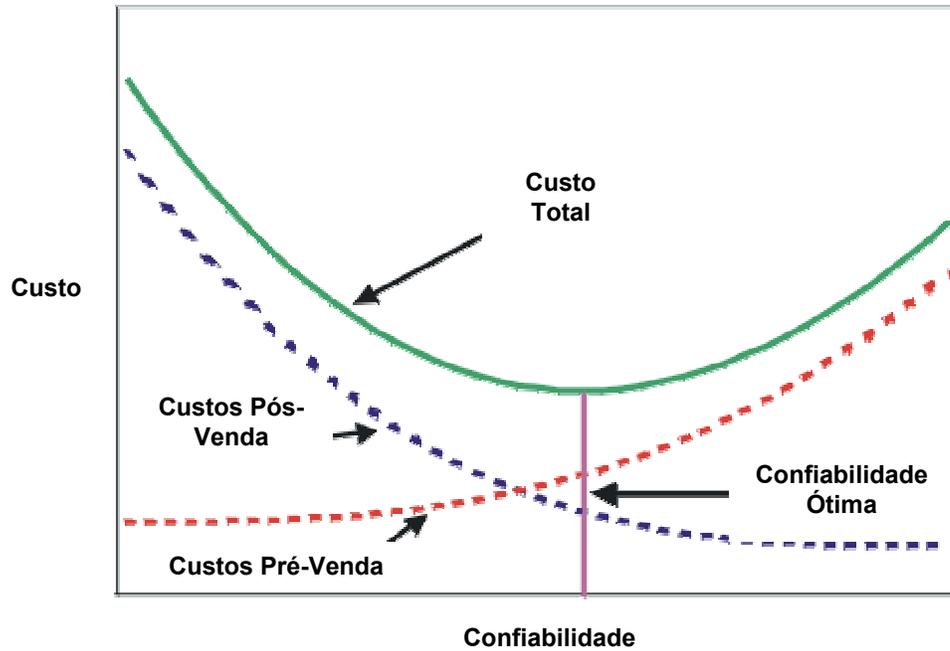


Figura 2.2: Confiabilidade e Custo Total do Produto

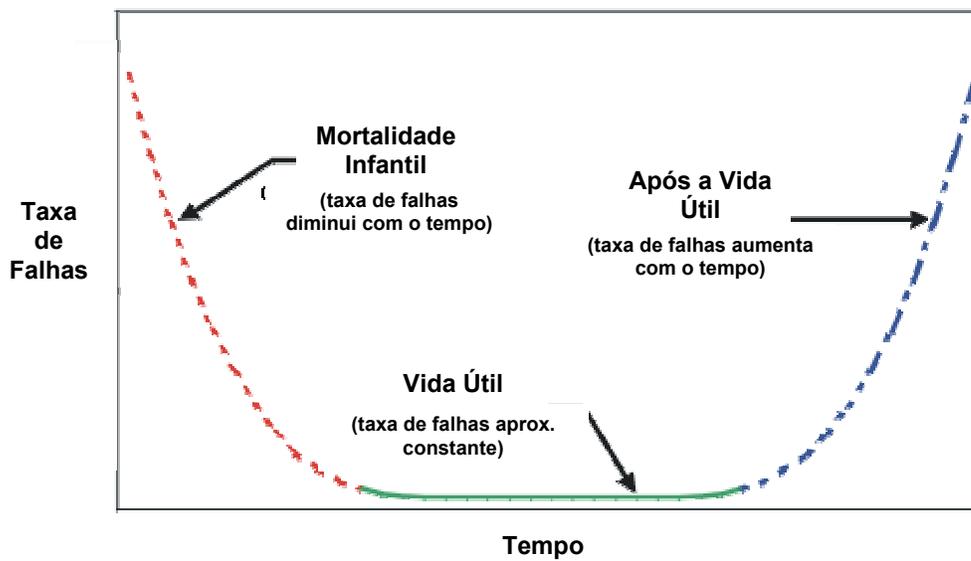


Figura 2.3: A “Curva da Banheira” representando o comportamento de falhas do produto

2.4.2 Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)

Predições de confiabilidade podem ser utilizadas para estimar as taxas de falhas de um produto ou MTBF (*Mean Time Between Failures* – Tempo Médio Entre Falhas) de determinado sistema. O MTBF é normalmente expresso em horas. Por exemplo, se o MTBF de um sistema é de 1000 horas, isso significa que o sistema, em média, irá experimentar uma falha em 1000 horas de operação.

Segundo Kapur (1977), o MTBF deve ser usado quando a função de distribuição de falhas é especificada, porque o nível de confiabilidade indicado pelo MTBF depende do tipo da distribuição de falhas. Isso significa que dois produtos com o mesmo MTBF podem ter níveis de confiabilidade diferentes se a distribuição de falhas dos mesmos também o for. Existem padrões aceitos na indústria para a modelagem das taxas de falhas de componentes que podem ajudar a estimar a taxa de falha de um sistema ou seu MTBF. O objetivo é garantir que o MTBF projetado esteja dentro dos limites aceitáveis pelo mercado.

2.4.3 Predição dos Eventos de Garantia

Predições sobre o número de reclamações de garantia podem trazer grandes benefícios às organizações. Entre outras vantagens, a melhor análise dos dados de garantia permite às empresas uma alocação mais eficiente de recursos aos serviços de atendimento à garantia. Assim, é possível antecipar as necessidades de suporte dos clientes, implementando as ações necessárias para garantir a satisfação do cliente no processo de atendimento à garantia. Os dados de garantia também fornecem informações valiosas às indústrias sobre a performance de seus produtos no campo, alertando sobre problemas sérios de qualidade que por ventura sejam identificados. Isso dá à organização mais agilidade para mobilizar recursos de forma a ter esses problemas minimizados, evitando maiores danos à imagem da empresa, prejuízos financeiros ou até implicações legais.

Uma das distribuições mais utilizadas na modelagem de tempos até a falha é a Distribuição de Weibull.

2.4.4 Distribuição de Weibull

A Distribuição de Weibull é uma das distribuições mais utilizadas para modelagem do tempo de vida de produtos, já que se apresenta de forma versátil, podendo assumir características de outros tipos de distribuição baseado no seu parâmetro de forma β . Segundo Werner (1996), o modelo de Weibull é indicado para modelar distribuições assimétricas limitadas à esquerda, como freqüentemente observa-se nas análises de tempos, sejam tempos até a falha ou tempos de uso. A função densidade de probabilidade para o modelo de Weibull é apresentada na equação 2.1.

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \exp\left(- \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta \right) \quad (2.1)$$

2.4.4.1 Efeitos do Parâmetro de Forma β

O parâmetro de forma β influencia diretamente no comportamento da distribuição. Na verdade, alguns valores específicos do parâmetro de forma β reduzem a distribuição de Weibull a outras distribuições. A figura 2.4 mostra possíveis formas da distribuição de Weibull com diferentes valores para β .

O valor do parâmetro de forma β tem forte efeito nas taxas de falhas da distribuição de Weibull e inferências sobre as características de falha de uma população podem ser feitas apenas considerando os valores de β menor, igual ou maior a 1 (www.weibull.com).

O parâmetro de forma β é adimensional.

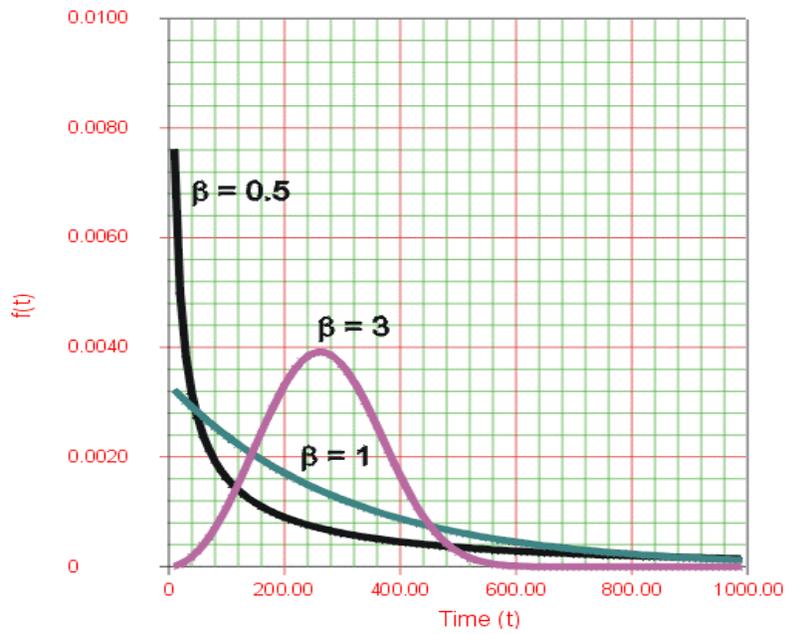


Figura 2.4. Efeitos do parâmetro de forma β na distribuição de Weibull. (Fonte: www.weibull.com)

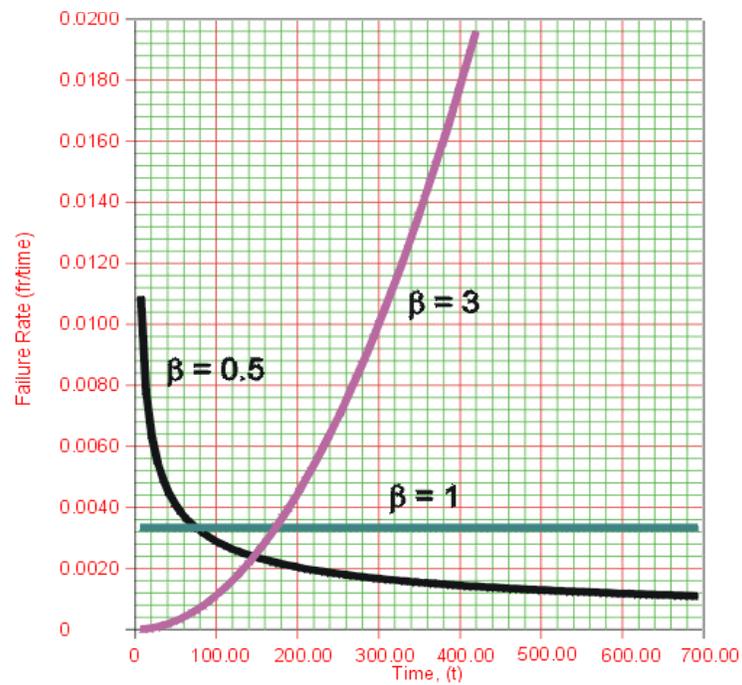


Figura 2.5. Efeitos do parâmetro de forma β nas taxas de falhas. (Fonte: www.weibull.com)

Como indicado na figura 2.5, quando o valor de β é menor que 1, a taxa de falhas diminui com o tempo, enquanto que para um parâmetro de forma β igual a 1, a taxa de falhas é constante e para β maior que 1, a taxa de falhas aumenta com o tempo. Desta forma, todos os três estágios da “curva da banheira” podem ser modelados com a distribuição de Weibull ao variar os valores para β (www.weibull.com).

2.4.4.2 Efeitos do Parâmetro de Escala η

A mudança no parâmetro de escala η tem o mesmo efeito na distribuição do que uma variação na escala de abscissas. Como visto na figura 2.6, aumentando o valor de η e mantendo constantes β e γ , a distribuição aumenta à direita e sua altura diminui, uma vez que a área sob a curva é constante. Desta forma o parâmetro de escala é uma medida de dispersão da curva (www.weibull.com).

O parâmetro de escala η tem a mesma unidade de tempo (ou seja, horas, minutos, ciclos, etc...).

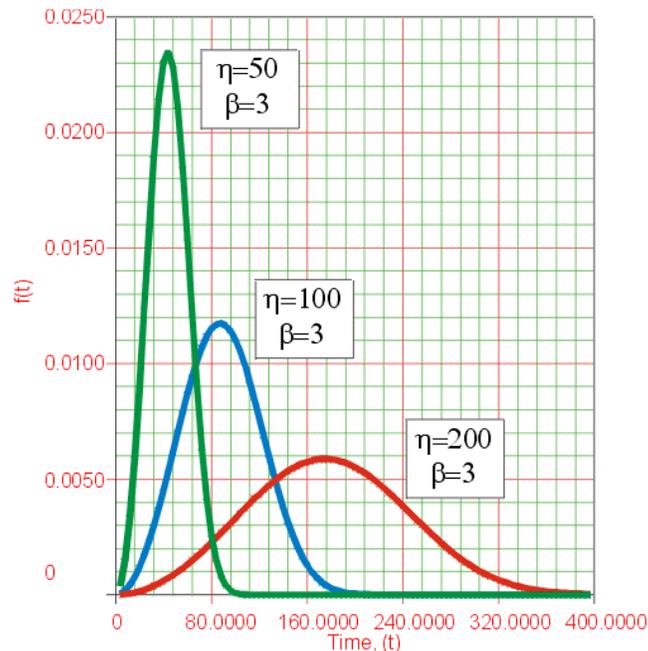


Figura 2.6. Efeitos do parâmetro de escala η na distribuição de Weibull. (Fonte: www.weibull.com):

2.4.4.3 Efeitos do Parâmetro de Localização γ

O parâmetro de localização γ , como o próprio nome diz, determina a localização da distribuição na escala de abscissas. Variando o valor de γ , a distribuição “desliza” sobre o eixo, como exemplificado na figura 2.7 (www.weibull.com).

O parâmetro de localização γ tem a mesma unidade de tempo (ou seja, horas, minutos, ciclos, etc...).

Quando o valor de γ é igual a zero, a distribuição inicia na origem, com tempo igual a zero. O valor de γ indica o tempo no qual as primeiras unidades começam a apresentar falhas.

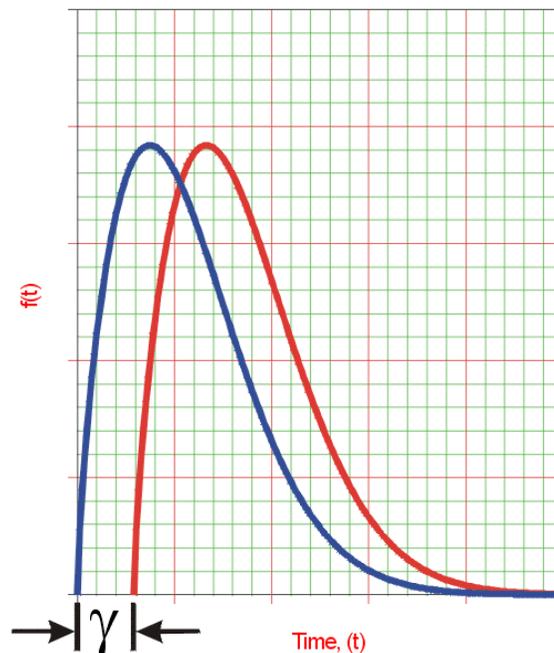


Figura 2.7. Efeitos do parâmetro de localização γ na distribuição de Weibull. (Fonte: www.weibull.com):

2.5 Modelagem de Tempos de Falha ao Longo do Calendário (Garanta: Método de Werner, Ribeiro et al, 1996)

O método de modelagem de tempos de falha ao longo do calendário, proposto por Werner em 1996, será usado no capítulo de estudo de caso. Assim, esta seção contém uma apresentação sucinta deste método.

Para modelar o número de falhas ao longo do calendário, o modelo parte das informações sobre a distribuição das seguintes variáveis aleatórias:

X_1 : O tempo de vida do produto, em horas contínuas de uso. Normalmente o setor de Engenharia detém essa informação, a qual pode ser obtida através de testes de laboratório ou ensaios de campo.

X_2 : O tempo de uso do produto em horas por dia; que pode variar extremamente de cliente para cliente e é decisivo para a determinação do momento da falha.

Para se obter a modelagem dos tempos até a falha é necessário trabalhar com as duas variáveis aleatórias descritas acima, conforme será detalhado a seguir:

Etapa 1: Utilizando amostragem descritiva, gera-se amostras com tempos característicos de X_1 e X_2 . Amostragem descritiva é uma técnica que gera uma amostra de n valores que seguem exatamente a distribuição visada.

Etapa 2: O intervalo de tempo no calendário entre o início do uso do produto até a primeira falha é computado como o quociente entre o tempo de vida do produto, em horas de uso contínuo, e o tempo de uso do produto, em horas por dia, como mostra a equação 2.2:

$$Y = \frac{X_1}{X_2} \quad (2.2)$$

Assim, a etapa 2 contempla combinar os tempos gerados na amostragem descritiva, resultando em uma amostra de valores de Y , que representam o comportamento das falhas ao longo do calendário.

Etapa 3: Análise da distribuição dos tempos de falhas ao longo do calendário. A distribuição dos valores de Y é discretizada em intervalos convenientes de tempo (quebras mês a mês, por exemplo).

Etapa 4: A análise pode ser feita para um único lote de produção, mas na prática as quantidades produzidas sucedem-se mês após mês. Para estimar o montante de quebras em um determinado mês no futuro, é preciso somar as estimativas de quebras oriundas da produção realizada ao longo de todos os meses anteriores.

2.5.1 *Aplicação da Modelagem Matemática*

A modelagem é bastante flexível e admite qualquer distribuição de origem para as variáveis iniciais X_1 e X_2 . O modelo de Weibull foi escolhido porque ele se presta muito bem para representar distribuições assimétricas limitadas à esquerda, como freqüentemente se observa na análise de tempos.

Conhecida a função densidade de probabilidade para o tempo de vida e para o tempo de uso do produto (a partir das variáveis X_1 e X_2), passa-se para a amostragem descritiva, ou seja, geram-se valores característicos de X_1 e X_2 . Lembrando, para a distribuição de Weibull, um tempo associado a uma dada confiabilidade R é calculado como mostra a equação 2.3:

$$t = \gamma + \beta \left[(-\ln(R))^{\frac{1}{\gamma}} \right] \quad (2.3)$$

A partir da equação 2.3, são calculados os tempos gerados para X_1 e X_2 . Esses tempos são combinados para gerar valores de Y , representando uma amostra de tempos até a falha ao longo do calendário.

Os tempos até a falha revelam o comportamento do produto ao longo do calendário e podem ser usados para fins de estimativa ou avaliação do prazo de garantia. O *software* Garanta possui as rotinas para gerar e analisar essas amostras.

É possível, então, estimar o total de falhas dentro do período de garantia, o que depende do volume de vendas já realizado e programado para os próximos meses. Para tanto, é preciso somar as estimativas de quebras oriundas das vendas realizadas ou programadas ao longo de todos os meses anteriores ao mês em questão.

2.5.2 Análises Adicionais

Com os dados a respeito das estimativas de falhas disponíveis, é possível fazer outras inferências de grande interesse. Por exemplo, é possível fazer um balanço de ganhos por unidades vendidas em relação às perdas por falhas no prazo de garantia.

Uma vez que o total de falhas mês a mês já foi estimado, outra análise prática que pode ser feita refere-se ao dimensionamento das equipes ou postos de assistência técnica.

Ainda é possível levar em consideração o uso de dois fatores de correção, que são de fácil implementação junto à metodologia proposta: O Fator de Aceleração e o Fator de Redução de Reclamações.

O Fator de Aceleração relaciona o tempo de vida em laboratório (em geral uso continuado) com o tempo de vida em campo (em geral uso intermitente). Este fator pode ser maior do que 1, indicando que a condição de laboratório é mais estressante que a condição de uso real; ou menor do que 1, indicando que a condição de uso real é mais estressante que aquela produzida em laboratório.

O Fator de Redução de Reclamações relaciona o percentual de falhas no prazo de garantia que efetivamente se transformam em reclamações. Esse fator é muito próximo ou mesmo igual a 1 no caso de bens de consumo duráveis, como computadores pessoais, por exemplo.

A metodologia proposta também permite abordar diversos grupos de clientes que eventualmente utilizem um mesmo modelo de produto. Muitas vezes, pode-se classificar os clientes em dois grupos principais: profissionais e amadores. Para cada um desses grupos a distribuição de tempo de uso, o fator de aceleração e o fator de redução de reclamações poderão ser diferentes.

Tipicamente, profissionais terão um tempo de uso maior, um fator de aceleração menor, pois usam o produto mais intensamente, e um fator de redução de reclamações maior, já que estão mais propensos a reclamar que os amadores. Outras vezes, os grupos de clientes podem representar diferentes regiões ou países, onde as diferenças de hábito, clima e cultura irão conduzir a diferenças no tempo de uso, fator de aceleração e fator de redução.

Utilizando a metodologia proposta, que se baseia em informações geralmente disponíveis na empresa, é possível fazer um diagnóstico referente à confiabilidade do produto e às atividades de garantia.

3 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é apresentada a aplicação do método de previsão das taxas de falhas em um produto de alta tecnologia. Inicialmente é feita a contextualização do estudo e, logo a seguir, a definição das suas variáveis, a descrição do uso da ferramenta computacional, a previsão da curva de falhas do produto e uma proposição de um método para a realimentação e atualização das taxas de falhas, considerando a incorporação constante de inovações no produto.

É importante ressaltar que todos os valores sobre taxas de falhas, vendas e custos observados no Estudo de Caso foram multiplicados por uma constante k , de forma a evitar a divulgação de dados confidenciais da empresa.

3.1 Contexto do Estudo de Caso

Para descrever o contexto no qual o trabalho foi realizado, inicialmente, é feita uma apresentação da empresa, seus produtos e usuários. Após, os custos de garantia e a função taxa de falhas são considerados dentro do ambiente específico da organização.

3.1.1 A Empresa

A empresa a ser analisada neste estudo de caso fornece computadores e serviços associados em mais de 170 países. Os produtos oferecidos encontram-se nas categorias: *desktops*, *workstations*, *notebooks*, servidores, *storages* e *racks*. A empresa é líder mundial em vendas de *desktops* e também detém a liderança em vendas de servidores no mercado norte-americano.

Apesar do crescimento nos diversos segmentos, os produtos mais vendidos continuam sendo os *desktops*. A empresa disponibiliza duas linhas de produtos nesta categoria: uma voltada ao mercado corporativo e outra direcionada ao mercado doméstico e de pequenas e médias empresas.

Um dos grandes diferenciais da empresa em estudo é o modelo direto de negócios, o qual prevê a exclusão de intermediários entre o fabricante e o cliente e também permite a fabricação por encomenda, ou seja, em contato direto com o fabricante. Nesse caso, o cliente pode especificar a configuração desejada, incluindo soluções proprietárias ou raras no mercado. Dessa forma, a máquina já sai de fábrica atendendo a todas as necessidades do cliente, dispensando integração adicional no campo.

Além da personalização do *hardware* e *software*, a empresa vem aumentando a sua oferta de serviços, permitindo uma solução individualizada de informática a seus clientes.

3.1.2 Os Custos de Garantia

Todos os produtos são acompanhados por serviços de garantia compostos por três categorias: suporte técnico telefônico, disponibilidade de peças e mão-de-obra. Obviamente existe um custo associado ao atendimento deste nível de serviço de garantia. Este custo é influenciado por dois fatores:

- a) **Número de incidentes** (ou taxas de falhas) durante o período da garantia, que inclui eventos como chamados técnicos recebidos que podem ou não

resultar na necessidade de peças e/ou serviço técnico para restaurar a funcionalidade da máquina;

- b) **Custo dos recursos necessários** para atender a esses incidentes (como funcionários, equipamentos, estoque de peças, etc.). Estes custos também são associados a cada uma das três categorias de serviços citadas anteriormente. Desta forma, existem os custos do *call center* de suporte técnico telefônico; os custos do inventário de peças de reposição e da mão-de-obra especializada cada vez que é solicitado um técnico para o reparo de uma máquina.

Normalmente, os eventos de garantia podem estar relacionados a pelo menos uma das causas abaixo:

- a) **Falhas de Projeto:** problemas no projeto de produtos, tanto do fabricante quanto de componentes de fornecedores;
- b) **Problemas com o Fornecedor:** recebimento de componentes defeituosos dos fornecedores;
- c) **Falhas na Fabricação:** problemas na fabricação e montagem das máquinas;
- d) **Falhas na Execução/Processos:** problemas na fabricação ou mesmo no suporte técnico telefônico que causa o envio desnecessário ou incorreto de peças ou até técnicos para solução do problema reportado pelo cliente;
- e) **Comportamento do Consumidor:** o cliente não conhece o novo produto e/ou precisa de ajuda para resolver alguma dúvida ou problema que esteja experimentando.

3.1.3 A Função Taxa de Falhas

Provavelmente a componente mais importante da formação desses custos seja a taxa de falhas. Usando métodos de predição adequados, é possível estimar e projetar as mesmas

de forma a (i) ajudar na alocação correta de recursos para o atendimento e (ii) identificar oportunidades de melhoria.

De maneira geral, pode-se dizer que a demanda por serviços de atendimento à garantia (ou a taxa de falhas percebida pela operação de Serviços) é função dos seguintes itens:

- a) **Qualidade do Produto:** produtos com maior confiabilidade apresentam menores taxas de falhas e, conseqüentemente, menor necessidade de intervenção de serviços técnicos;
- b) **Ofertas de Serviços:** serviços mais acessíveis (como o suporte técnico telefônico à disposição e número 0800 amplamente divulgado) tendem a ser mais acionados;
- c) **Perfil dos clientes em carteira:** clientes com menor educação em informática e familiaridade com os equipamentos tendem a solicitar serviços técnicos mais freqüentemente;
- d) **Composto de Produtos (*mix*):** dependendo da linha de produtos é possível encontrar artigos com maior confiabilidade que outros, tais como servidores de arquitetura redundante em comparação a *desktops* com muitas inovações multimídia;
- e) **Crescimento de Vendas:** uma taxa de crescimento de vendas positiva faz com que se aumente rapidamente o número de unidades dentro do período de garantia, potencializando um custo total da operação significativo.

3.2 Definição das Variáveis de Estudo

A modelagem das taxas de falhas será iniciada com análise de apenas um tipo de produto. Escolheu-se a linha de *desktops* por representar a maioria dos produtos vendidos pela empresa (carro-chefe). Além disso, a linha de *desktops* corresponde à categoria de produtos que enfrenta maior concorrência em todos os mercados de atuação. Dessa forma, o item (d) citado anteriormente já está definido.

O tipo de serviço a ser incluído nesta análise compreende o conjunto de serviços de suporte técnico telefônico, disponibilidade de peças de substituição e atendimento técnico com mão-de-obra no local (escritório ou residência do cliente). Este tipo de serviço é predominantemente oferecido pela empresa no Brasil e corresponde à garantia padrão do produto.

As variáveis qualidade do produto e crescimento de vendas serão dados incluídos no modelo de predição das taxas de falhas, cujo perfil será baseado nos dados históricos da empresa no Brasil.

Quanto ao tipo de cliente contemplado neste estudo inicial, será focado o mercado doméstico e de pequenas empresas que, apesar de ser um segmento minoritário para a empresa, representa um desafio adicional em virtude das variáveis envolvidas no atendimento desses clientes. Espera-se que o modelo de predição de falhas possa ser facilmente adaptado para posterior análise do mercado corporativo, uma vez que apresenta variáveis mais controladas, conforme descrito a seguir.

3.3 Identificação dos Clientes

Os usuários de *desktop* podem ser classificados em dois grandes grupos: usuários corporativos (representado neste estudo pelas pequenas e médias empresas) e usuários domésticos.

3.3.1 Usuários Corporativos

Os usuários corporativos caracterizam-se por utilizar as máquinas no local de trabalho. As máquinas são de propriedade da empresa na qual trabalham e normalmente várias pessoas as utilizam como ferramenta de trabalho no mesmo ambiente, o que faz com que dúvidas mais simples possam ser resolvidas junto aos colegas. Além disso, muitas empresas disponibilizam o serviço de *help-desk*, composto por uma equipe de analistas de informática (empregados desta empresa ou mesmo terceirizados) capazes de resolver a maioria dos problemas de

configuração e *software*. Assim, o suporte técnico da revenda ou fabricante do computador só é acionado em situações mais complexas, que podem envolver a necessidade de troca de peças.

Uma outra característica dos usuários corporativos é o tipo de configuração escolhida em seus computadores. Normalmente as empresas optam por configurações sem recursos multimídia (como caixas de som ou *web-cam*), pois frequentemente são mais utilizados para entretenimento do que nas tarefas do dia-a-dia de trabalho. Isso significa que muitas das últimas inovações tecnológicas não precisam ser introduzidas rapidamente na linha de produtos corporativos, resultando em uma performance mais estável dessas máquinas.

3.3.2 Usuários Domésticos

Já os usuários domésticos não contam nem com um *help-desk* nem com colegas à disposição para ajudar a solucionar possíveis problemas com seus equipamentos. No Brasil, ainda é muito alto o número de pessoas que tem o seu primeiro computador em casa e o nível de educação em recursos de informática é muito heterogêneo.

Outro recurso que poderia ser mais explorado é a disponibilidade de informações (suporte) na internet, entretanto, ainda não existe uma cultura de pesquisa para este tipo de problema. Além disso, a maioria das informações disponíveis ainda não foi traduzida para o português. Tudo isso que faz com que seja mais difícil para um usuário doméstico alcançar a solução sozinho.

Ao contrário dos usuários corporativos, os clientes domésticos buscam as configurações mais avançadas, que permitam a melhor performance em aplicações relacionadas ao divertimento como jogos, música e até filmes. Geralmente esta performance superior está atrelada às mais recentes inovações tecnológicas, componentes que ainda não tiveram um teste consistente de desempenho no campo e que podem trazer instabilidade ao sistema adquirido, gerando uma necessidade adicional de suporte técnico.

3.3.3 Tempo e Intensidade de Uso por Parte dos Clientes

O quadro 3.1 resume a descrição dos tipos de clientes apresentada anteriormente, de forma a comparar o tipo e intensidade do uso de *desktops* entre clientes corporativos e domésticos. O quadro apresenta o comportamento de um cliente corporativo e de um cliente doméstico típico, podendo haver casos que não se enquadrem no perfil descrito.

Quadro 3.1: Comparação do uso entre clientes corporativos e domésticos

Variável de Uso	Usuário Corporativo	Usuário Doméstico
Horas de Utilização / Dia	Alto	Baixo a Alto
Utilização de Recursos Multimídia	Baixo	Alto
Grau de Educação em Recursos de Informática	Médio	Baixo a Alto
Utilização de Recursos Adicionais de Suporte Técnico	Médio	Baixo
Grau de Inovações na Configuração da Máquina	Baixo	Alto
Proteção contra “Vírus”	Alta	Baixa
Principais Aplicações	Ferramentas tipo Office, da Microsoft	Ferramentas tipo Office, aplicações de entretenimento de diversos fabricantes, <i>downloads</i> diversos da internet

Para aprofundar as análises de comportamento de uso dos clientes e da confiabilidade do produto, foi utilizada uma ferramenta de suporte computacional, o *software* Garanta. Esta ferramenta possui rotinas que calculam as taxas de falhas de determinado produto com base no padrão de uso, na evolução das vendas e nas medidas de confiabilidade iniciais, conforme apresentado no Capítulo 2 (modelo proposto por Werner, 1996). Entre outras análises, o *software* também permite o trabalho com diferentes grupos de clientes, a predição de falhas para determinado período (fora ou dentro da validade da garantia), o estudo de ganho e perda

durante o ciclo de vida do produto e estimativas de dimensionamento da equipe de assistência técnica para o atendimento das reclamações de garantia.

Utilizando a ferramenta computacional, é traçado o comportamento de uso do computador dos grupos corporativo e doméstico. Com base em pesquisas junto aos técnicos da empresa, foi traçado o comportamento de uso típico destes clientes, o qual é apresentado na tabela 3.1.

Tabela 3.1: Comparação das variáveis de uso de *desktops* entre os grupos de clientes corporativos e domésticos

Variável de Uso	Usuário Corporativo	Usuário Doméstico
Percentual do Total de Usuários	70%	30%
Limite Inferior para o Tempo de uso diário	1 hora	0,1 hora
Limite Superior para o Tempo de uso diário	12 horas	10 horas
Limite Inferior do Intervalo Central	4 horas	1 hora
Limite Superior do Intervalo Central	6 horas	2 horas

Os limites inferior e superior para o tempo devem apresentar o tempo de uso diário de cerca de 1% dos usuários. Para o grupo corporativo, foram atribuídos os limites inferior de 1 hora diária e superior de 12 horas diárias. Para o grupo doméstico, o limite inferior atribuído é de 0,1 hora diária e o superior de 10 horas diárias.

O intervalo central é aquele que contempla o tempo de uso diário de 50% dos usuários. Para o grupo corporativo, o limite inferior do intervalo central é de 4 horas diárias e o superior, de 6 horas diárias. Já no caso do grupo de clientes domésticos, o limite inferior do intervalo central é de 1 hora por dia e o limite superior é de 2 horas diárias.

Todas essas informações foram obtidas junto ao setor de Serviços ao Cliente, o qual está em contato com o cliente e possui um bom conhecimento do comportamento dos consumidores domésticos e corporativos.

A figura 3.1 ilustra a entrada dos dados iniciais do problema, enquanto que as figuras 3.2 e 3.3 apresentam a modelagem do comportamento de uso para ambos os grupos de clientes.

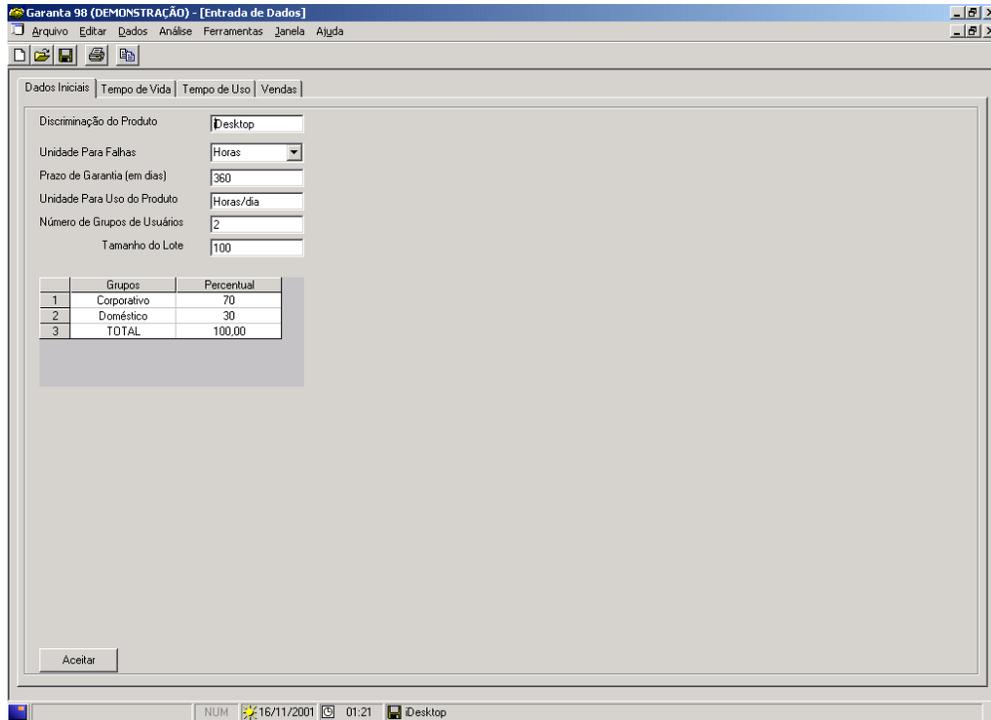


Figura 3.1. Dados Iniciais

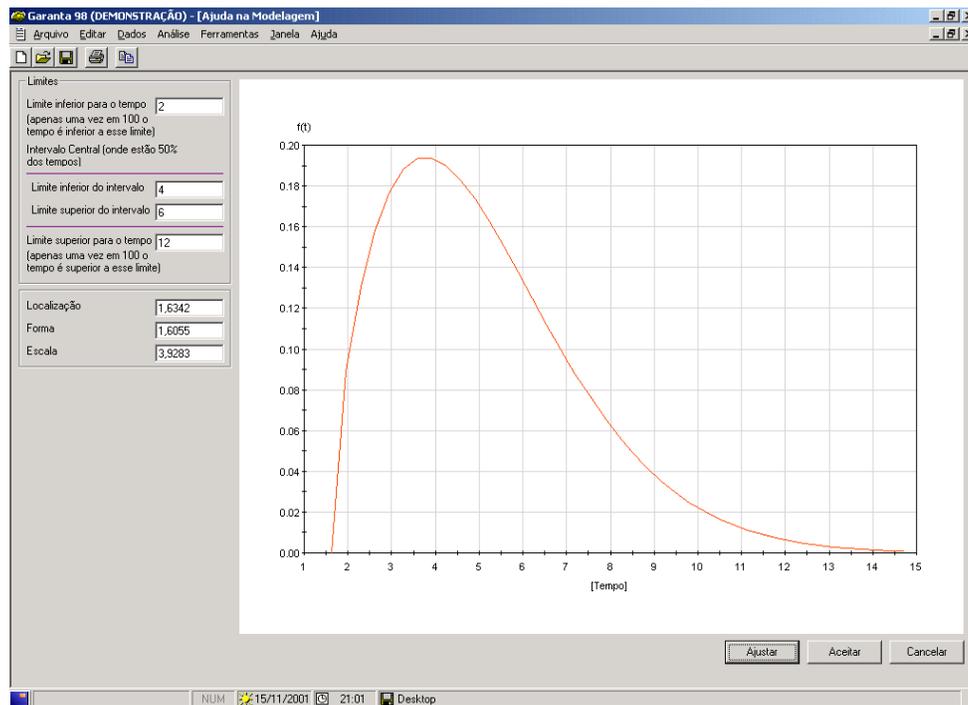


Figura 3.2. Modelagem do tempo de uso para clientes corporativos.

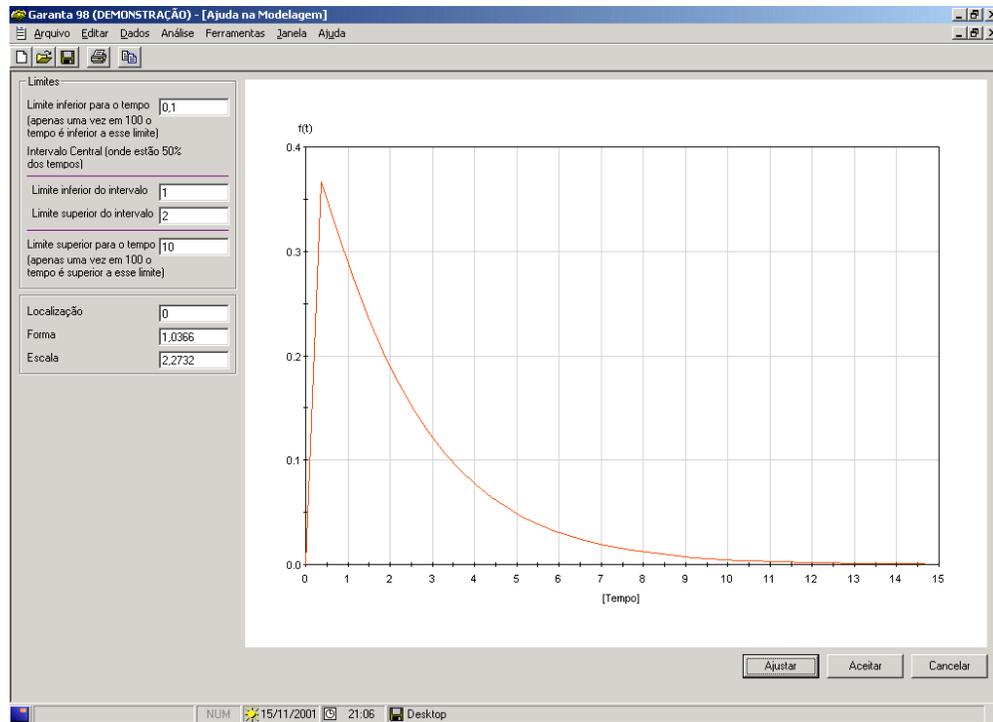


Figura 3.3. Modelagem do tempo de uso para clientes domésticos.

As figuras 3.4 e 3.5 apresentam as estatísticas derivadas da modelagem do comportamento de uso dos clientes corporativos e domésticos. As duas curvas mostram os diferentes comportamentos de uso, destacando as intensidades de uso diário. As figuras mostram que a média dos usuários corporativos usa o computador durante 4 horas por dia, enquanto que para os usuários domésticos, a média de uso diário é de 1 hora.

A ferramenta computacional permite que se considere um fator de aceleração representando a relação das falhas ocorridas em campo sobre as falhas observadas em laboratório. Este fator de aceleração deve ser usado como correção quando as condições de testes não reproduzem com fidelidade as condições de uso no campo. Neste estudo, foi utilizado o fator de aceleração igual a 1, uma vez que não está sendo considerada nenhuma diferença significativa entre as condições de testes do produto (laboratório) e as condições de uso do produto (junto ao cliente).

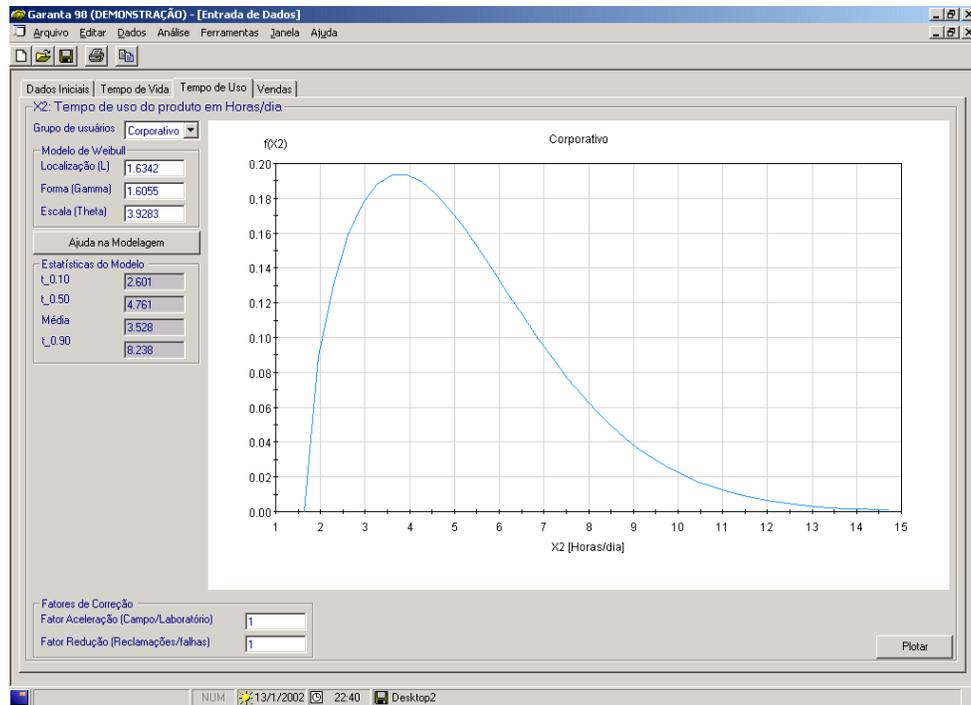


Figura 3.4. Estatísticas do tempo de uso para clientes corporativos.

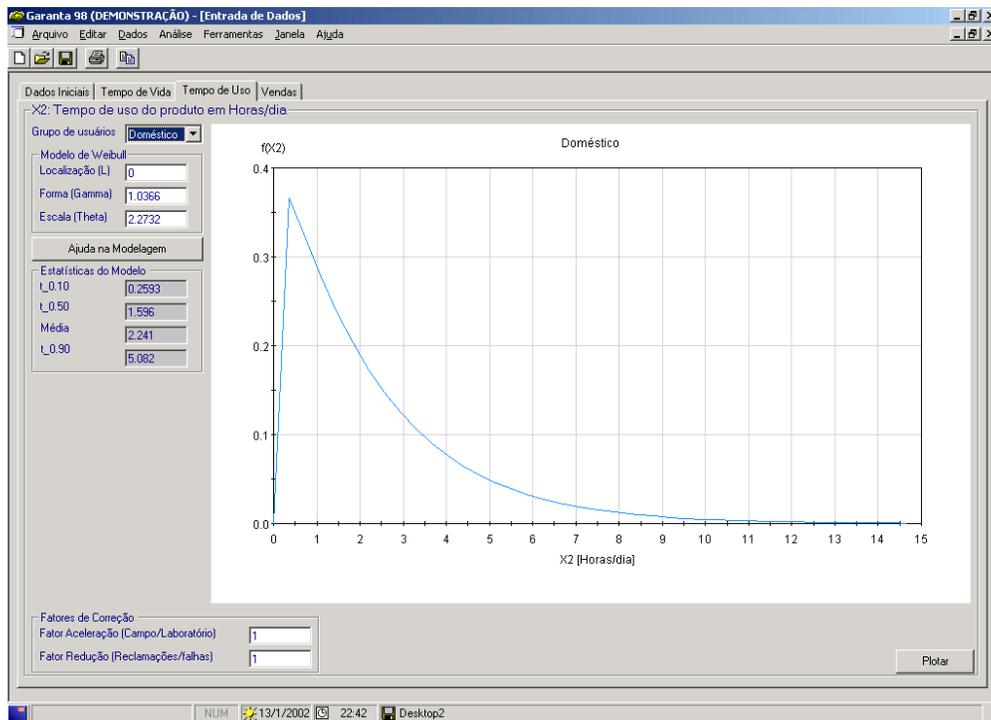


Figura 3.5. Estatísticas do tempo de uso para clientes domésticos.

3.4 Confiabilidade do Produto (Dados da Engenharia)

O comportamento da vida do produto é modelado a partir dos dados de confiabilidade obtidos em laboratório pela equipe de desenvolvimento do produto, considerando as horas acumuladas de uso até a ocorrência de falha.

Estes testes normalmente reproduzem as condições de uso da máquina, incluindo eventos que exigem mais intensamente o equipamento, como o “liga-desliga” frequente.

A ferramenta computacional usada neste estudo baseia-se nas seguintes informações para o cálculo preliminar da confiabilidade do produto:

- a) Limite inferior do tempo: tempo limite antes do qual apenas 1% das falhas ocorreram. No caso do *desktop* em estudo, o valor atribuído foi de 3,33 horas.
- b) Limite superior do tempo: tempo limite a partir do qual apenas 1% das falhas ocorreram. Para o estudo, foi usado o valor de 60000 horas (correspondente a cerca de 2500 dias de uso contínuo).
- c) Limite inferior do intervalo central: tempo limite inferior que compreende o intervalo onde foram observadas 50% das falhas. No estudo, foi considerado o valor de 1200 horas.
- d) Limite superior do intervalo central: limite superior do intervalo que contém 50% das falhas obtidas. O valor utilizado foi de 12000 horas, como mostra a figura 3.6.

Essas informações foram obtidas junto ao setor de desenvolvimento de produto, o qual testa o produto e monitora as informações referentes às falhas, possuindo um bom conhecimento do desempenho do produto (*desktops* para uso doméstico e corporativo).

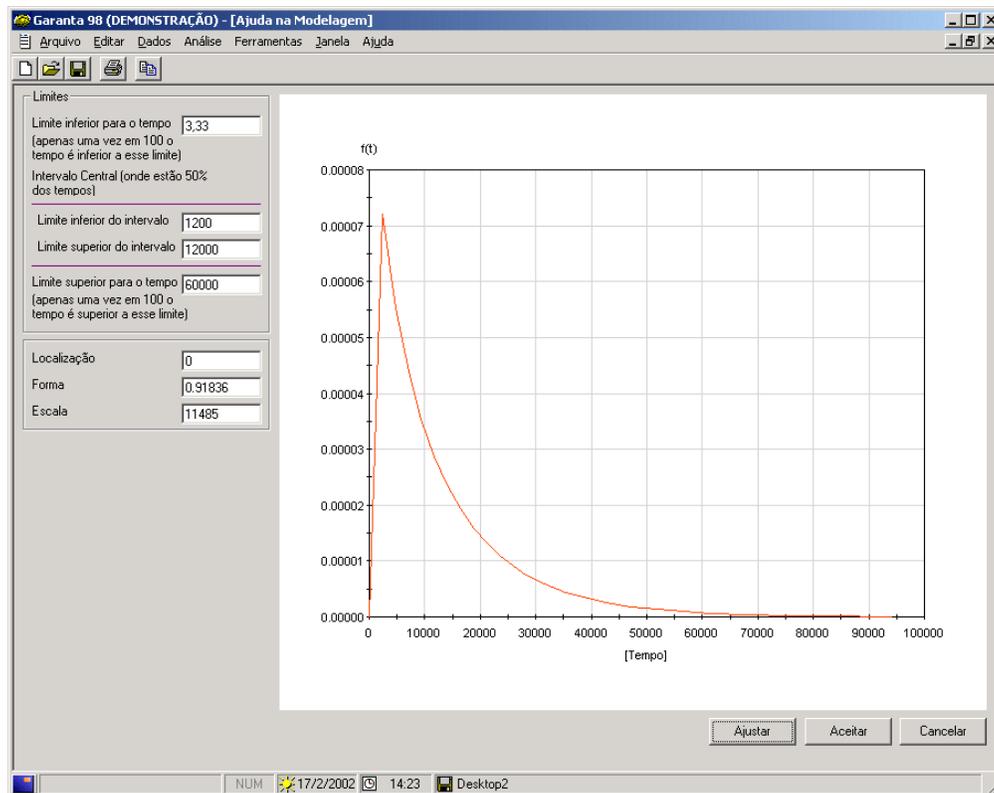


Figura 3.6. Modelagem do tempo de vida do produto, em horas de uso contínuo.

A distribuição do tempo de vida do produto e seus respectivos parâmetros aparecem e na tabela 3.2 e na figura 3.7

Tabela 3.2: Estatísticas do comportamento da vida do produto.

Parâmetros do Modelo	Valor
Parâmetro de Localização γ	0 hora
Parâmetro de Forma β	0,91836
Parâmetro de Escala η	11485 horas
MTBF	11950 horas

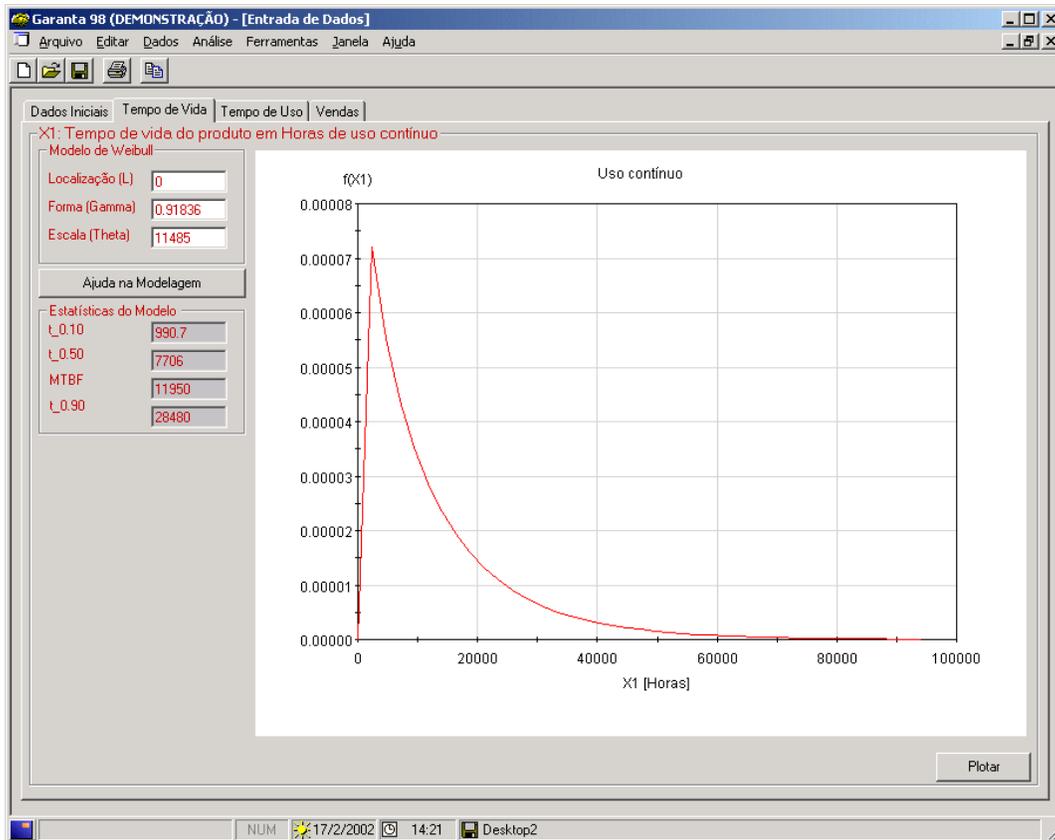


Figura 3.7. Estatísticas do tempo de vida do produto, em horas de uso contínuo.

O parâmetro de localização γ igual a zero encontrado na modelagem significa que as falhas podem começar a acontecer imediatamente após a produção. No campo, este comportamento deverá ser encontrado somente nas empresas que atuam sob o modelo direto de negócios, sem a intervenção de distribuidores e revendas. Sob o modelo direto, o computador é produzido e logo enviado ao cliente, sem períodos de espera em forma de estoques em revendas.

O parâmetro de forma β menor que 1, observado na tabela 3.2, é comumente encontrado nos produtos de alta tecnologia e pouco maduros. Na prática, significa que a maior parte das falhas deve ocorrer no início do ciclo de vida do produto. Isso reflete o fato deste produto estar sempre incorporando as mais recentes inovações disponíveis no mercado, na grande maioria das vezes muito antes da concorrência.

O parâmetro de escala η é um parâmetro de dispersão, tendo o mesmo significado físico do desvio padrão.

O MTBF representa o Tempo Médio Entre Falhas, ou seja, segundo o modelo, o produto deverá experimentar uma falha a cada 11485 horas de uso contínuo. Quanto menor o MTBF, menor a confiabilidade do produto e, conseqüentemente, maior a probabilidade de ocorrência de falhas.

3.5 Previsão de Falhas Teóricas

A partir dos dados informados pelo setor de Engenharia e pelos engenheiros de desenvolvimento de produto e, conhecendo o volume de vendas realizadas e planejadas (o qual não está sendo divulgado, respeitando a política de confidencialidade da empresa), é possível traçar uma curva de falhas teórica, a qual deveria ser observada se o tempo de uso e o tempo de vida seguissem exatamente os modelos propostos anteriormente.

Considerando que o tempo de uso do produto está corretamente modelado, o tempo de vida pode ser alterado de forma a aproximar o perfil de falhas estimado da realidade observada em campo.

É comum na indústria, especialmente nas empresas que não mantêm um contato direto com seus consumidores, que a companhia sequer tome conhecimento das falhas experimentadas. Na maioria dos casos, o uso da garantia é muito difícil e muitos clientes desistem do seu direito, buscando outros meios para resolver o problema. Assim, em muitas empresas, o percentual de reclamações recebida pelo fabricante representa apenas uma parcela das falhas que realmente aconteceram.

A empresa em estudo, diferentemente de seus concorrentes, atende diretamente a todos os seus clientes, disponibilizando suporte técnico telefônico através de um número de ligação gratuita amplamente divulgado. Desta forma, muitos clientes acabam acionando o suporte mesmo quando não há falha experimentada, somente para esclarecer alguma dúvida. Tendo este recurso a fácil alcance, acredita-se que exista uma relação direta entre falhas e reclamações, ou seja, toda falha observada será reportada ao fabricante.

A curva de falhas teórica acumulada é apresentada na figura 3.8 e a curva de falhas teórica ao longo do tempo é apresentada na figura 3.9.

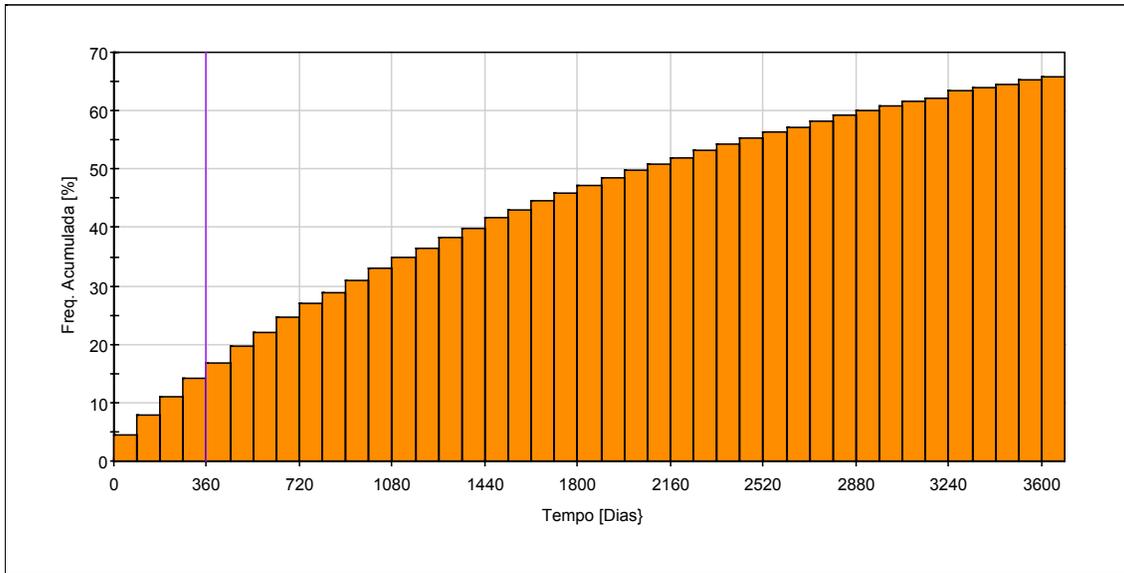


Figura 3.8. Falhas Acumuladas ao longo do tempo.

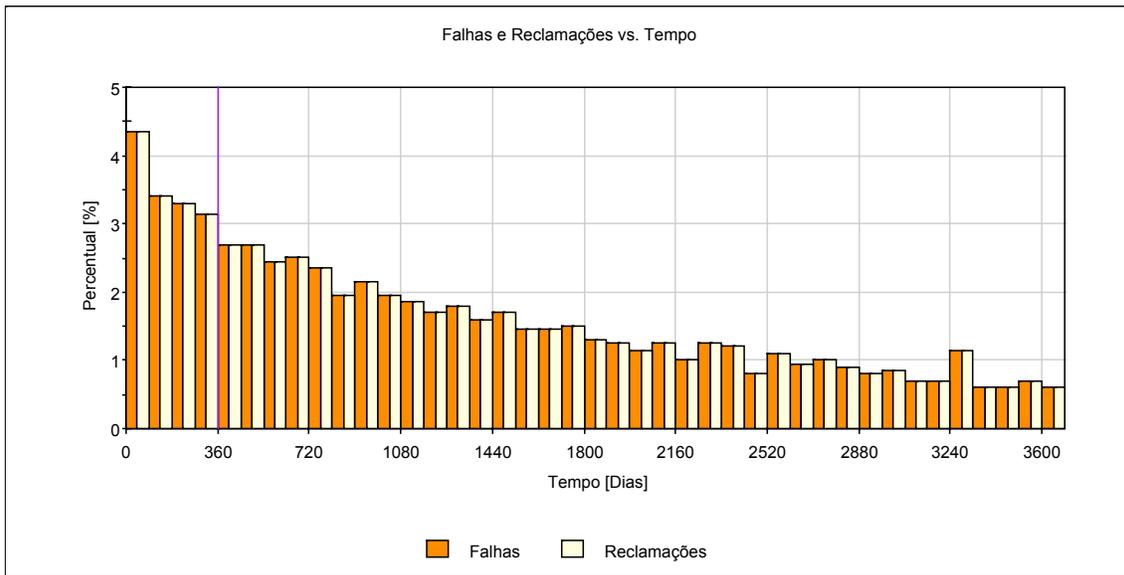


Figura 3.9. Falhas ao longo do tempo.

3.6 Comparação com as Falhas Observadas em Campo (Dados de Serviços)

Como a empresa mantém registro de todos os atendimentos realizados durante o período de garantia, agora é possível comparar as solicitações atendidas com as falhas previstas.

É importante atentar que cada solicitação atendida por telefone não significa, necessariamente, uma falha. Existem casos em que o diagnóstico do problema por telefone não é possível e um técnico é enviado à casa ou escritório do cliente. Este tipo de atendimento é contabilizado como um incidente de serviço, mesmo se o diagnóstico realizado no local indicar que o problema não era relacionado ao *hardware*, e sim ao *software* ou configurações. Desta forma, está sendo considerada como uma falha qualquer atendimento em campo realizado.

A curva de falhas observadas foi construída a partir das médias de reclamações atendidas no campo a cada período por mês de produção, como exemplificado na tabela 3.3.

Tabela 3.3: Exemplo do registro das falhas observadas em campo

Período	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
2000-10	3.00%	0.33%	0.66%	2.34%	1.32%	0.33%
2000-11	2.01%	2.28%	1.17%	0.93%	0.54%	0.84%
2000-12	3.09%	1.17%	1.35%	0.69%	0.66%	0.57%
2001-01	2.85%	1.53%	1.35%	0.99%	0.60%	0.36%
2001-02	3.21%	1.44%	0.93%	0.57%	0.48%	0.42%
2001-03	3.30%	3.00%	0.81%	0.81%	0.63%	1.02%
2001-04	2.76%	1.53%	0.90%	0.72%	0.72%	1.35%
2001-05	2.10%	1.41%	0.72%	0.90%	1.20%	0.75%

As seguintes observações seriam possíveis após a comparação entre as falhas obtidas em campo e as falhas projetadas:

- a) Falhas observadas em campo maiores que as falhas teóricas: Neste caso, a confiabilidade do produto pode estar sendo superestimada;
- b) Falhas observadas em campo menores do que as falhas teóricas: Esta situação pode representar que a confiabilidade do produto está sendo subestimada;
- c) Falhas observadas em campo aproximadamente iguais às falhas teóricas: Nesse caso, a confiabilidade do produto está sendo adequadamente avaliada.

Para definir qual das hipóteses anteriores é válida e para confirmar a modelagem feita com os dados de vida do produto, foram escolhidos para comparação alguns valores da curva de falhas teórica e observada. O confronto dos dados obtidos está apresentado na tabela 3.4.

Tabela 3.4. Comparação entre as falhas acumuladas teóricas e observadas.

Período	Falhas Teóricas	Falhas Observadas
90 dias	4,32%	4,88%
180 dias	7,72%	7,43%
270 dias	11,00%	9,70%
360 dias	14,20%	11,70%

Como existe diferença entre os valores teóricos e observados, é necessário alterar os dados do tempo de vida do produto (confiabilidade), utilizando o suporte computacional, para que a análise reflita com maior fidelidade a situação real deste produto. Em outras palavras, o produto possui uma confiabilidade um pouco superior àquela informada pela equipe de desenvolvimento de produto (figuras 3.6 e 3.7).

3.7 Revisão das Estimativas de Confiabilidade do Produto (Aderência ao Observado em Campo)

Os dados de confiabilidade do produto foram alterados para buscar aderência aos valores observados em campo. Desta forma, o novo comportamento da vida do produto em uso contínuo está apresentado na figura 3.10. Os dados estatísticos da curva ajustada estão apresentados na tabela 3.5.

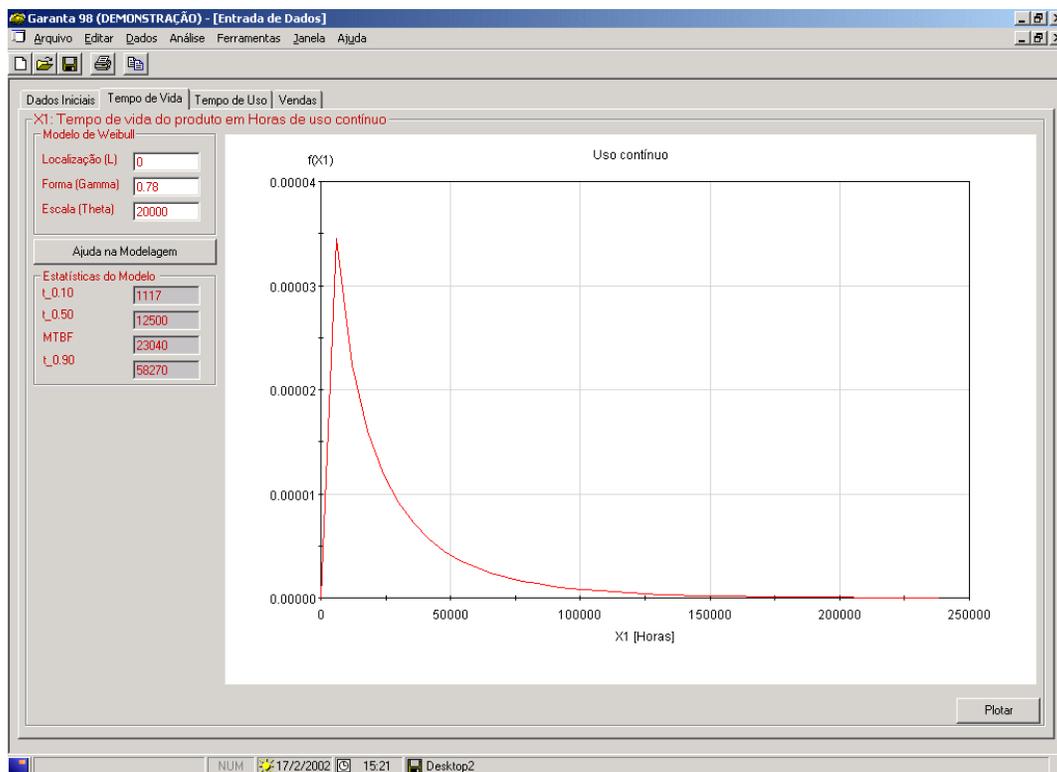


Figura 3.10. Estatísticas do comportamento da vida do produto (ajustado).

Tabela 3.5: Estatísticas do comportamento da vida do produto (ajustado).

Parâmetros do Modelo	Valor
Parâmetro de Localização γ	0 hora
Parâmetro de Forma β	0,78
Parâmetro de Escala η	20000 horas
MTBF	23040 horas

Comparando as tabelas 3.5 e 3.2, a variável que sofreu maior alteração no modelo foi o Parâmetro de Forma β , modificando o formato da curva, aumentando a assimetria à esquerda. Na prática, isso quer dizer que falhas vêm sendo observadas mais tarde do que o previsto anteriormente (reportado pelo desenvolvimento do produto).

3.8 Previsão de Falhas após o Ajuste da Confiabilidade do Produto

Com o comportamento de vida do produto redefinido na figura 3.10, é possível traçar novamente as estimativas de confiabilidade do mesmo, de forma a confirmar a aderência aos valores observados em campo. A nova curva de falhas teórica acumulada é apresentada na figura 3.11 e a nova curva de falhas teórica ao longo do tempo é apresentada na figura 3.12.

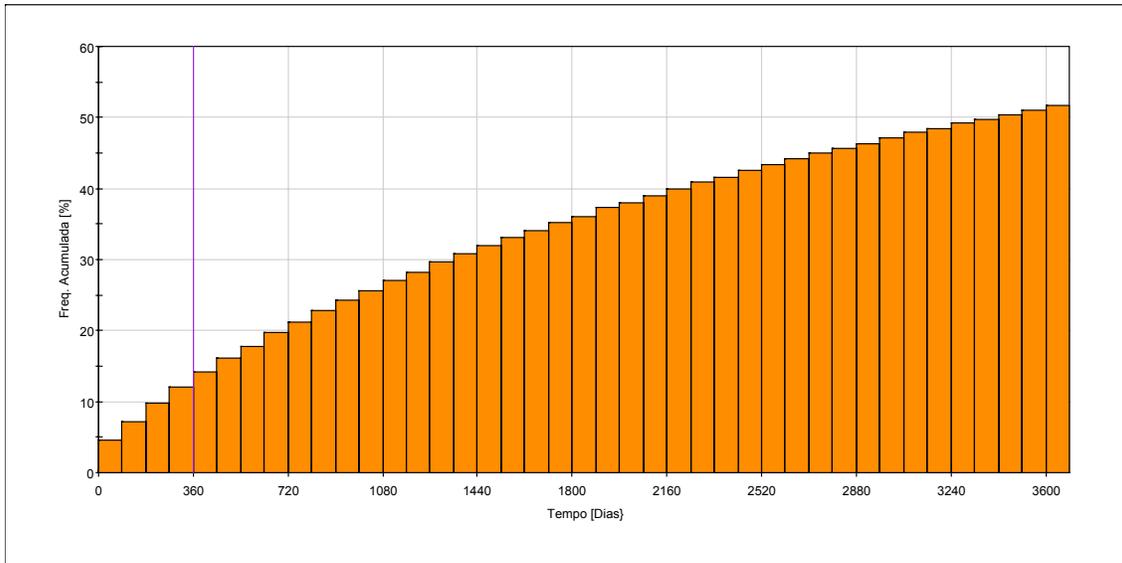


Figura 3.11. Falhas Acumuladas ao longo do tempo.

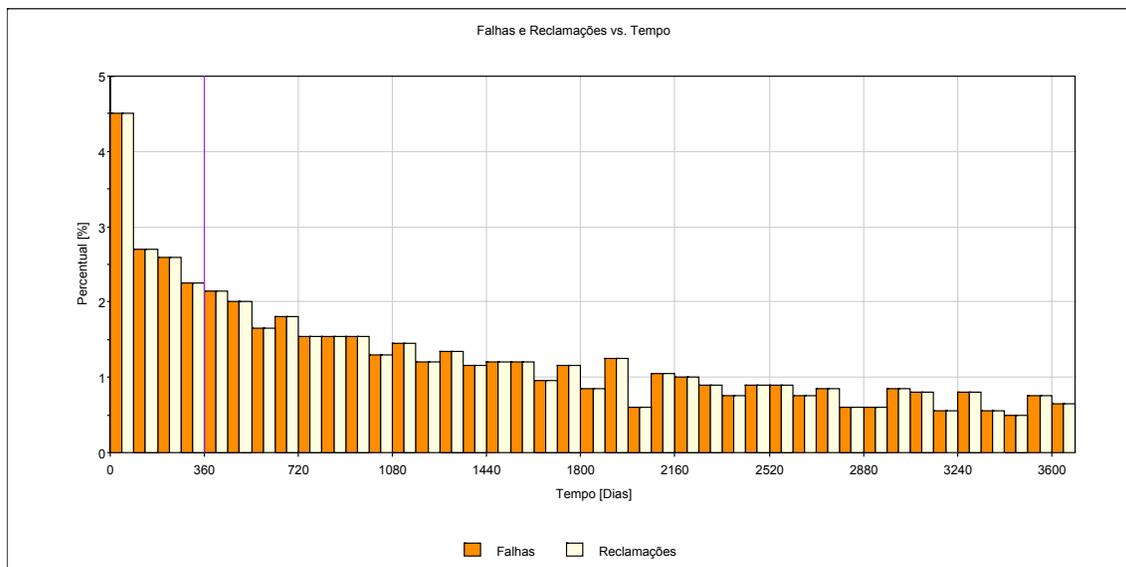


Figura 3.12. Falhas ao longo do tempo.

Para confirmar a modelagem feita com os dados de vida do produto ajustados, foram escolhidos os mesmos períodos anteriores para comparação entre as curvas de falhas teórica e observada em campo. A comparação dos dados obtidos está apresentada na tabela 3.6 e na figura 3.13.

Tabela 3.6 Comparação entre as falhas acumuladas teóricas (após ajuste) e as falhas observadas.

Período	Falhas Teóricas	Falhas Observadas
90 dias	4,50%	4,88%
180 dias	7,15%	7,43%
270 dias	9,78%	9,70%
360 dias	12,00%	11,70%

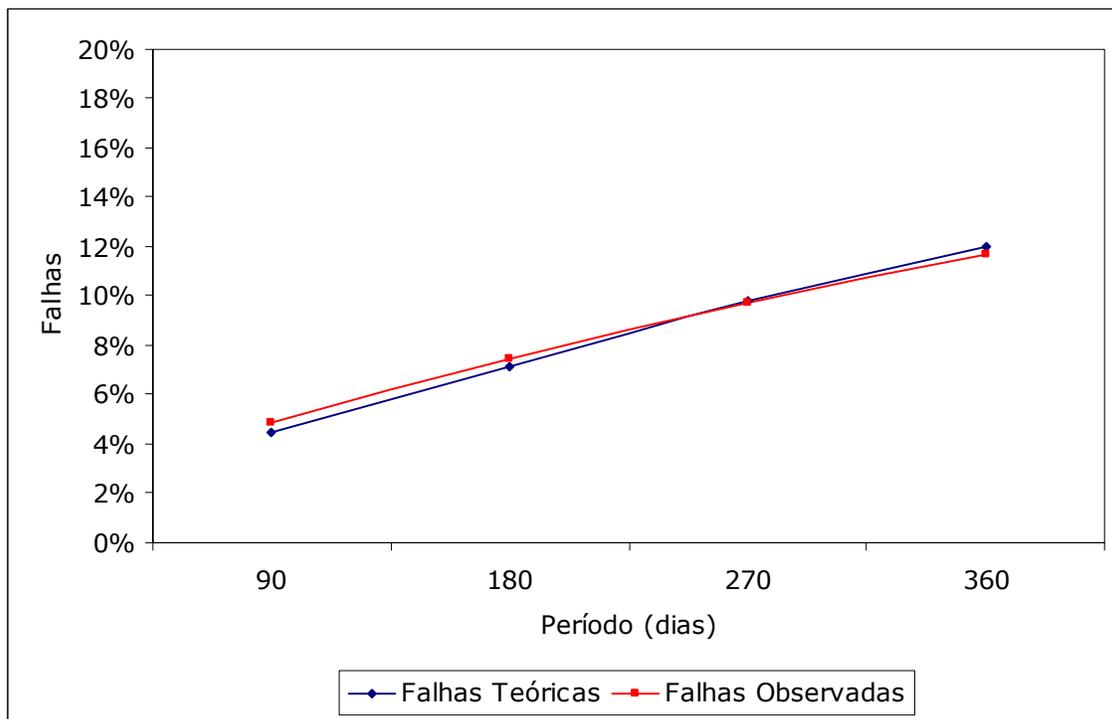


Figura 3.13: Comparação entre as falhas acumuladas teóricas (após ajuste) e as falhas observadas.

Os resultados da tabela 3.6 e da figura 3.13 foram considerados adequados para as análises de previsão de falhas propostas neste trabalho.

Uma vez que a curva de falhas teórica foi considerada satisfatória, as distribuições de projeção de falhas se mantêm as mesmas apresentadas nas figuras 3.11 e 3.12.

A fase de modelagem está completa. O comportamento de uso dos clientes foi identificado e os dados de confiabilidade do produto já foram ajustados, refletindo o nível de solicitações de atendimento à garantia recebido pela empresa. Essas informações inseridas

num cenário de vendas realizadas e planejadas permitem uma série de análises de implicação gerencial que serão discutidas no próximo capítulo.

3.9 Método para Atualização Periódica da Predição de Falhas

Como a linha de desktops incorpora inovações constantes, não se pode garantir que a confiabilidade dos produtos fabricados atualmente seja a mesma dos produzidos há 6 meses, por exemplo.

Assim, as análises decorrentes da confiabilidade do produto e que fundamentam decisões importantes dentro da empresa devem refletir as características dos novos produtos. Isto faz com que seja necessário o estabelecimento de um método para atualização periódica das predições das taxas de falha.

Cada máquina vendida pela empresa tem um número de identidade, chamado etiqueta de serviço, que contém informações sobre a configuração e a data de venda (que no modelo direto de negócios corresponde aproximadamente à data de produção) e dados sobre o cliente que adquiriu aquele equipamento.

A cada ligação de suporte técnico recebida em que é necessário o envio de um técnico e/ou peça para atendimento no campo, é feito um registro no banco de dados de eventos de serviços. Juntamente com as informações contidas no banco de dados de venda, tem-se mensalmente o percentual de máquinas que receberam serviço. A partir do número da etiqueta de serviço, ainda é possível saber qual a idade da máquina quando a falha foi observada, gerando um relatório com as taxas de falhas observadas em campo.

A figura 3.14 esquematiza o método para atualização das predições de falha. As etapas envolvidas no modelo de retroalimentação e atualização das projeções de falhas são apresentadas a seguir.

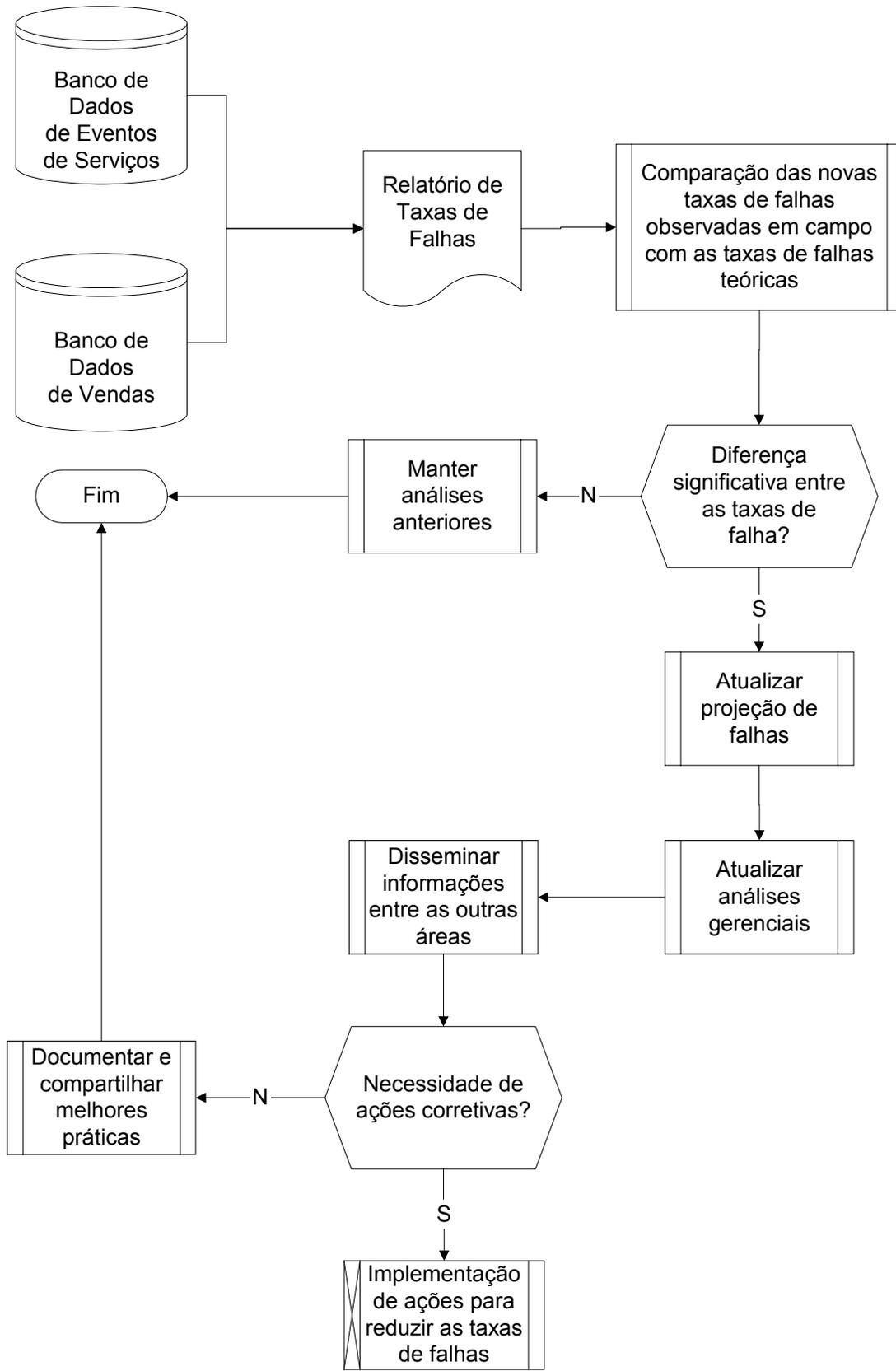


Figura 3.14: Fluxograma de retroalimentação e atualização das projeções de falhas.

1. Atualização dos bancos de dados;
2. Geração do relatório de taxas de falhas;
3. Comparação das novas taxas de falhas observadas em campo com as taxas de falhas teóricas;
4. Atualização das projeções de falhas, se necessário;
5. Atualização das análises gerenciais, se necessário;
6. Disseminação das novas análises;
7. Ações corretivas, se necessário.

3.9.1 Atualização dos Bancos de Dados

A partir do *datawarehouse* corporativo, que mantém informações sobre as vendas de cada período e de relatórios extraídos dos sistemas de disparo dos atendimentos de campo, é feita a atualização de um banco de dados criado especialmente para conter todas as informações sobre as taxas de falhas dos produtos vendidos. Para combinar com os períodos fiscais da empresa e devido à necessidade de intervenção manual de analistas de Tecnologia da Informação, esta atualização é feita trimestralmente.

3.9.2 Geração do relatório de taxa de falhas

Atualizados os bancos de dados, é possível gerar um relatório apresentando a evolução dos percentuais de falhas em relação às unidades de cada linha de produto vendidas por mês. Assim, é possível analisar o percentual de falhas dos *desktops* vendidos em Janeiro de 2001, por exemplo, em cada mês de sua vida, ou seja, quantas falhas ocorreram nos seus primeiros 30 dias, 90 dias, 360 dias, etc.

Entretanto, como para este estudo é considerado um atendimento em campo como uma falha de hardware, essa informação só estará disponível durante o período de garantia, já

que não haverá acionamento de atendimento em campo pelo fabricante para máquinas cuja garantia expirou.

O histórico máximo de falhas registrado pelo fabricante será então de 3 anos a partir da venda da máquina, uma vez que este período corresponde à modalidade máxima de garantia. Dessa forma, existe uma curva de falhas para as máquinas produzidas a cada mês.

Cabe aqui retomar a característica inovadora do produto. Apesar de fazer parte de uma única linha de produto, diversas inovações são introduzidas constantemente, sem implicação de nova versão, ou seja, a linha de *desktop* continua a mesma apesar de apresentar processadores mais velozes, mais memória, mais periféricos ou diferentes componentes multimídia.

3.9.3 Comparação das novas taxas de falhas observadas em campo com as taxas de falhas teóricas

Com o relatório das taxas de falhas atualizado, é possível fazer a comparação entre as taxas de falhas observadas em campo e as taxas teóricas, seguindo o mesmo caminho percorrido no item 3.7.

3.9.4 Atualização das projeções de falhas

Sendo observada uma diferença significativa entre as taxas de falhas observadas em campo e as taxas teóricas, é necessário ajustar as previsões de falha, conforme o item 3.8.

3.9.5 Atualização das análises gerenciais

Uma vez que a previsão de falhas foi atualizada, todas as análises gerenciais que dependem das mesmas devem ser revistas. Entre essas análises podem estar decisões críticas para a empresa como análises de custos e preços.

3.9.6 *Disseminação das novas análises*

Como a análise das taxas de falhas é de interesse de várias áreas da empresa, é necessária a criação de um sistema de disseminação de informações. Como ilustração, pode-se dizer que para o setor de Serviços é importante entender as taxas de falhas para dimensionar a operação de atendimento e também controlar esses custos. Para o setor de Engenharia, é fundamental entender se a performance do produto no campo reflete a projetada e se são necessárias ações corretivas em relação a projeto, fornecedores, mão-de-obra ou processo de fabricação. Já para o setor de Marketing, a análise das taxas de falhas pode possibilitar ações de redução de preço do produto ou um trabalho de comunicação mais forte das características de confiabilidade do produto. Por fim, o setor de Finanças precisa saber os custos em relação à garantia de cada produto vendido e fazer o provisionamento destes custos no futuro, durante o período da garantia.

3.9.7 *Ações corretivas*

Estabelecido o fluxo de informação dentro da empresa, cada área irá tomar as ações corretivas julgadas necessárias para reverter os problemas identificados em relação à confiabilidade do produto. As ações que surtirem resultado positivo devem ser documentadas e compartilhadas com outras áreas da empresa (inclusive internacionalmente, contemplando áreas correspondentes em outras unidades da empresa).

4 ANÁLISES E RECOMENDAÇÕES PARA A MELHORIA DO PRODUTO E SEUS SERVIÇOS ASSOCIADOS

Conhecendo o comportamento das taxas de falhas, é possível realizar algumas análises importantes para a tomada de decisões e o gerenciamento da empresa. A partir dessas análises, nesta seção, são feitas algumas recomendações para o aprimoramento do produto e seus serviços associados.

4.1 Total de Falhas ao Longo do Tempo

Tendo em vista o total de vendas planejadas, e considerando a estimativa de taxas de falha na garantia obtida no capítulo anterior, o comportamento ao longo do tempo dos atendimentos de campo resulta conforme apresentado na figura 4.1.

O histórico de vendas e falhas é relativamente curto, uma vez que somente os dados apresentados até 16 meses (ou 480 dias) são dados observados em campo. A partir deste tempo, é apresentada a projeção de falhas (ou atendimentos de campo). A projeção de falhas é feita com base na modelagem apresentada no capítulo anterior.

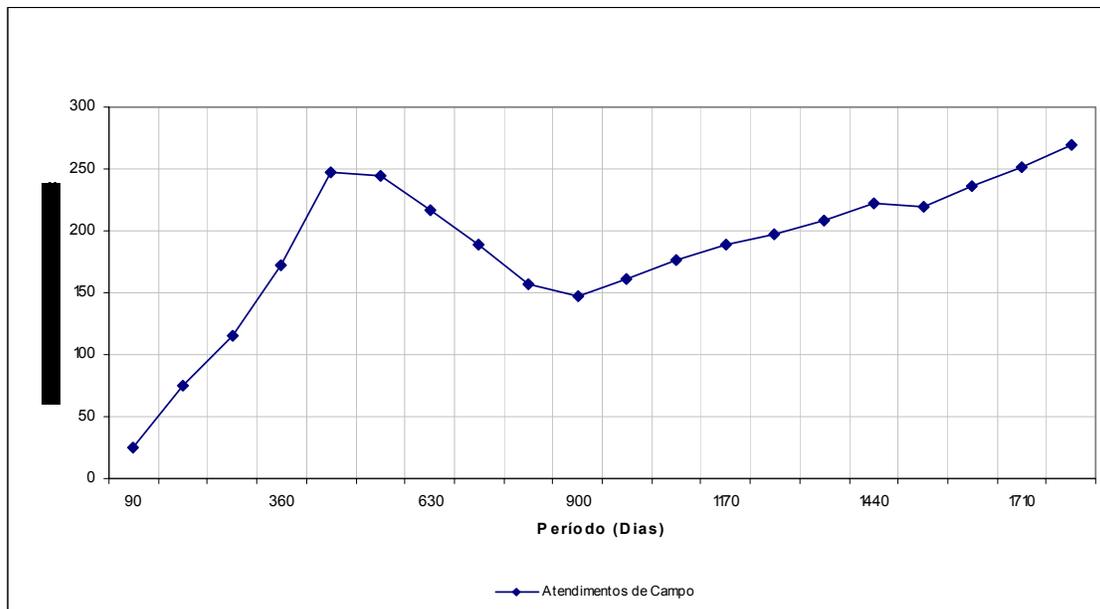


Figura 4.1. Evolução das falhas ao longo de tempo.

4.2 Dimensionamento da Estrutura de Atendimento

Com a projeção de falhas modelada, uma das primeiras preocupações da empresa é o dimensionamento da estrutura de atendimento. Neste estudo de caso, a estrutura de atendimento é composta de 3 elementos principais: suporte técnico telefônico (*call center*), estoque de peças de reposição e equipe de atendimento técnico no campo.

A empresa em estudo trabalha com o objetivo de minimizar o número de atendimentos em campo e, assim, investe em estrutura e pessoal para resolver remotamente a maioria dos problemas reportados pelos clientes. Se a resolução por telefone não for possível, o analista de suporte técnico conta com ferramentas para diagnosticar, ainda remotamente, qual a peça ou componente necessário para o reparo da máquina. Dessa forma, o analista já pode disparar o serviço de campo, indicando a peça e o procedimento necessários para alcançar a solução.

Os serviços de logística e transporte das peças de reposição, bem como o serviço de atendimento no campo, são fornecidos por empresas terceiras, prestadoras de serviços de logística e/ou prestadoras de serviço de campo. Apesar disso, todo o gerenciamento do chamado técnico é feito pelo fabricante, cabendo às empresas parceiras apenas a realização

dos serviços conforme indicação da equipe de suporte técnico e de acordo com procedimentos e especificações estabelecidas pelo fabricante internacionalmente. A figura 4.2 apresenta o esquema adotado pela empresa no atendimento às chamadas de garantia, desenhado a partir do ponto de vista do cliente.

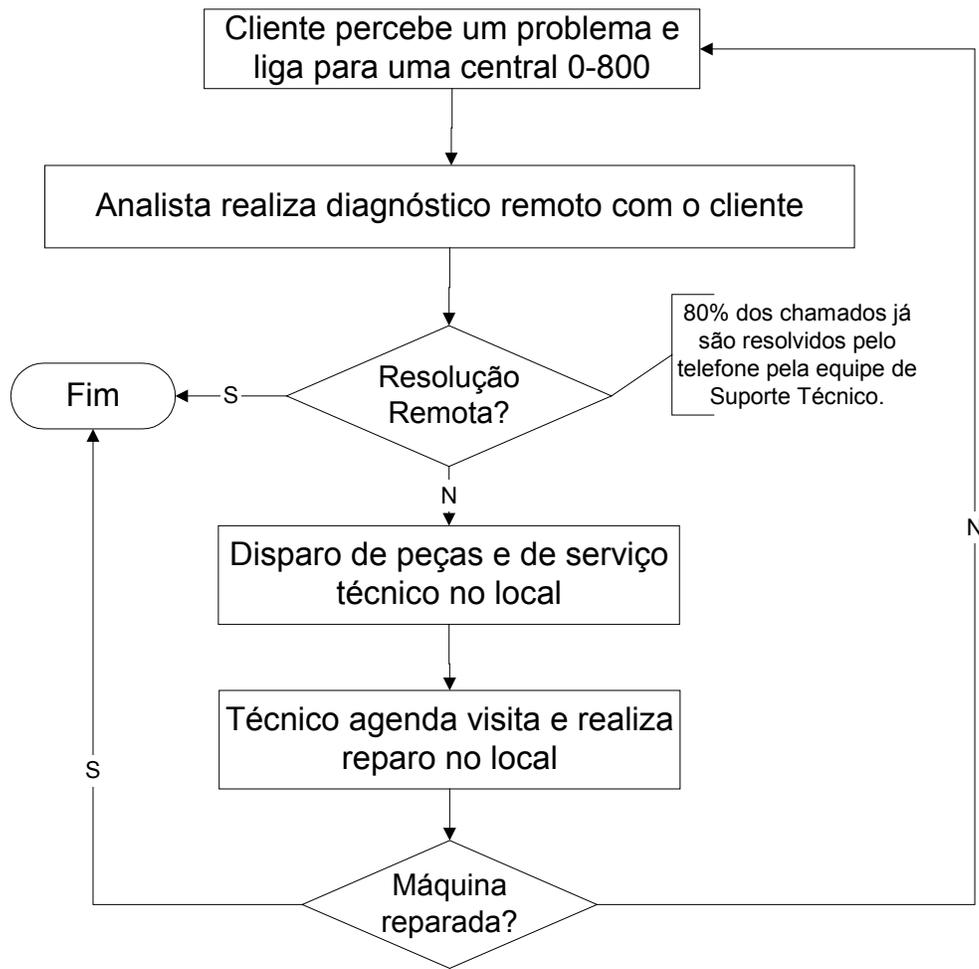


Figura 4.2. Esquema de Atendimento à Garantia.

4.2.1 Dimensionamento do Suporte Técnico pelo Telefone

Para um dimensionamento detalhado, seria necessário analisar a distribuição da frequência de ligações recebidas ao longo do dia, considerando os horários de pico.

Entretanto, com os dados obtidos neste estudo, já é possível um dimensionamento preliminar da equipe e da infra-estrutura de suporte técnico.

O suporte técnico telefônico da empresa conta com uma equipe altamente especializada, além de ferramentas de diagnóstico remoto e extensa base de conhecimento. Dessa forma, observa-se que a maior parte das chamadas recebidas é resolvida pelo telefone. Assim, são evitados os custos adicionais que a empresa teria ao enviar um técnico para realizar o reparo no campo, e o cliente tem sua máquina funcionando novamente no prazo mais curto possível (o período de duração da ligação telefônica).

Neste sentido, a empresa mantém um rígido monitoramento da eficiência da equipe de suporte técnico, comparando o número de eventos de serviços de campo disparados em relação ao total de ligações recebidas. Os dados atuais mostram que 80% das chamadas são resolvidas remotamente (via telefone).

Conhecendo a estimativa de taxas de falhas (ver figura 4.1) e sabendo que esses atendimentos no campo correspondem a 20% dos chamados recebidos (uma vez que 80% das ligações são resolvidas remotamente), é possível estimar o número de chamadas telefônicas. Esse número será cinco vezes superior ao número de atendimentos no campo, conforme aparece na figura 4.3.

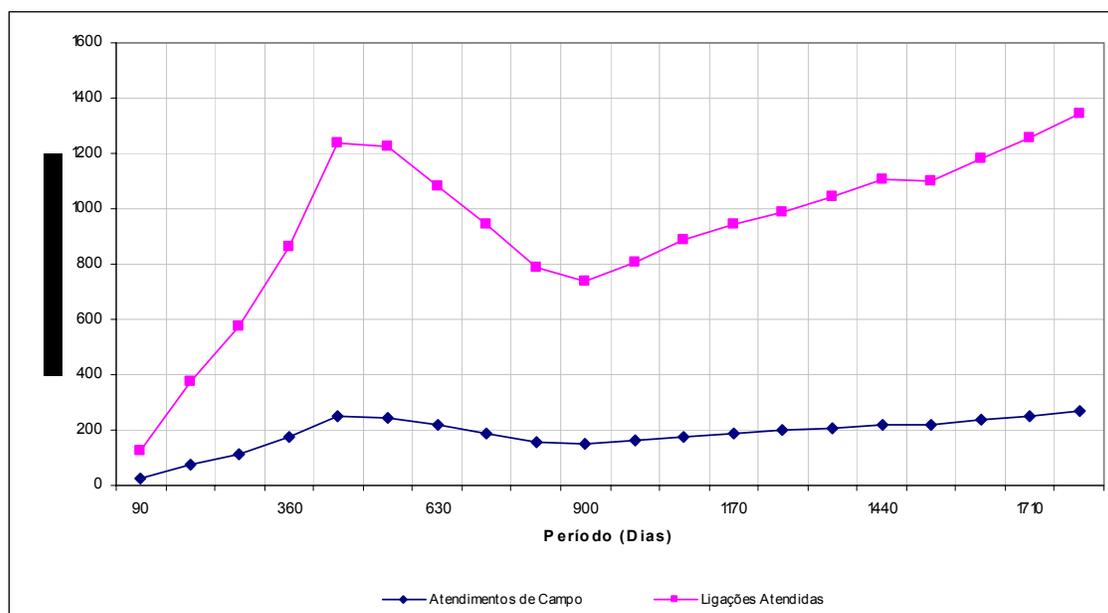


Figura 4.3. Previsão da demanda de suporte técnico através de chamadas telefônicas.

O dimensionamento da equipe de atendimento telefônico, por sua vez, exige considerar a produtividade dos atendentes. Considerando uma jornada de 8 horas por dia, os registros da empresa indicam que a duração média do atendimento telefônico é de 15 minutos. Descontando os períodos de pausa, descanso e o trabalho feito fora da ligação telefônica (*off-line*), os registros históricos coletados pelo setor de Suporte Técnico da empresa revelam que cada analista pode atender cerca de 20 ligações por dia.

A quantidade de analistas necessária varia conforme a demanda identificada anteriormente. Esta informação permite à empresa antecipar-se à demanda, podendo recrutar e treinar a equipe a tempo de manter uma alta qualidade do serviço, evitando longas esperas ao telefone (filas), insatisfação dos clientes e da própria equipe sob o risco de sobrecarga. Na figura 4.4 está identificada a necessidade de analistas de suporte conforme a demanda de ligações. Entretanto, esta informação refere-se ao número de atendentes em atividade, o que não significa necessariamente o número de atendentes empregados. Para o gerenciamento da atividade diária, ainda é necessária a previsão de funcionários adicionais para cobrir períodos de férias, licenças e ausências, a fim de não prejudicar a qualidade do atendimento que poderia ser afetada pela geração de “filas” de espera para o atendimento telefônico ou por um atendimento menos cuidadoso por parte do atendente.

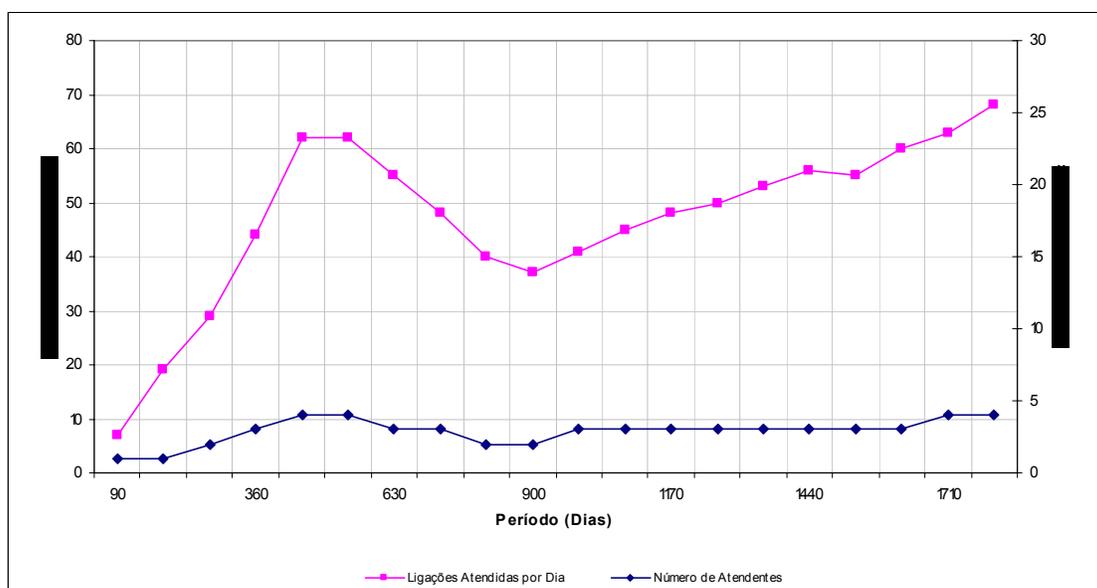


Figura 4.4. Previsão da quantidade de analistas de suporte necessários para atendimento à demanda.

Uma característica peculiar a bens de informática é a interferência de outros produtos na sua performance. O cliente pode perceber um problema e responsabilizar o fabricante do computador, reclamando a garantia. Entretanto, freqüentemente o problema experimentado pelo cliente é, na verdade, decorrente de *softwares* de outros fabricantes ou de erros de configurações feitas pelos próprios usuários.

Assim, um fator importante sobre a alta taxa de resolução remota citada anteriormente reside no fato de que a maioria dos problemas relacionados à configuração e a *softwares* já está sendo filtrada e não deve interferir nas falhas projetadas. Ou seja, com esta capacidade de resolução remota, a empresa garante que apenas defeitos de *hardware* estão sendo atendidos no campo. Do ponto de vista da modelagem, que leva em consideração os eventos de atendimento à garantia em campo, a capacidade de resolução remota também é uma vantagem, uma vez que eventuais problemas de configuração e/ou *software* não sejam considerados falhas de produto.

4.2.2 Dimensionamento do Estoque de Reposição

Para planejamento do estoque, é necessário desdobrar as falhas observadas em termos de componentes. Uma análise mais profunda, envolvendo níveis mínimos e máximos de estoques, poderá ser explorada num trabalho futuro. Entretanto, é possível traçar a necessidade futura de consumo de peças de reposição com base nas taxas de falhas projetadas e nas informações das peças que mais foram substituídas em campo.

Ao realizar análises de Pareto das componentes que mais falham, outras áreas da empresa (como Engenharia e Manufatura) possam atuar sobre as causas destes problemas com o objetivo de reduzir as taxas de falhas dos produtos.

As componentes que mais foram utilizadas em reparo no campo para a linha de produto em estudo incluem monitor, fonte de alimentação, placa-mãe e memória. Esses quatro componentes são responsáveis por cerca de 70% dos atendimentos de campo, como mostra a figura 4.5. Os outros atendimentos estão relacionados aos demais componentes ou a atendimentos que não envolvem a substituição de peças. Essas informações foram levantadas a partir dos registros dos atendimentos de campo mantidos pela equipe de serviços.

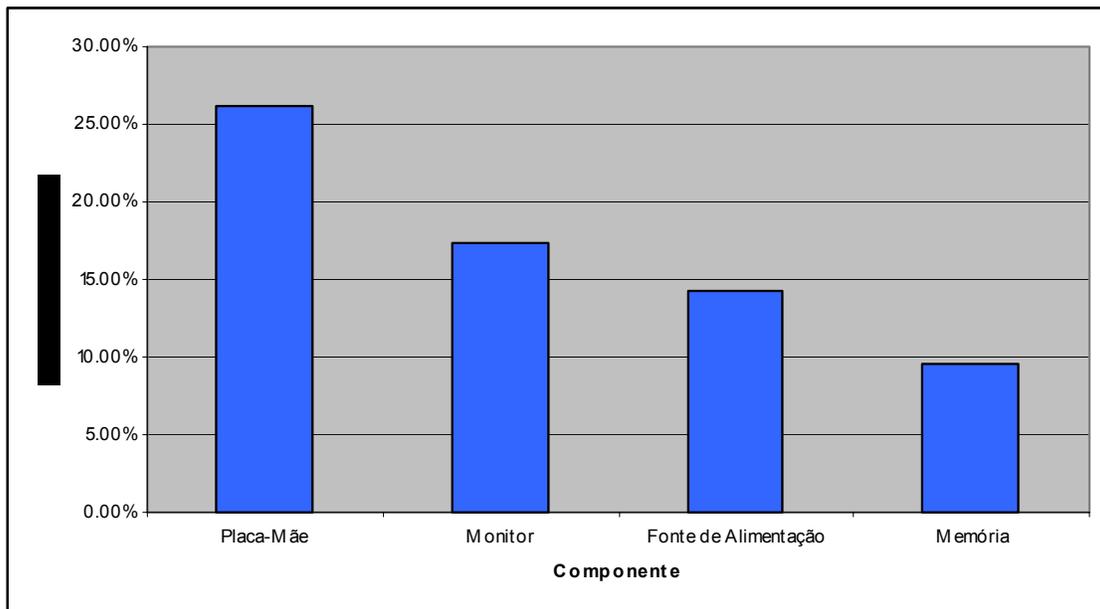


Figura 4.5. Componentes mais utilizados no atendimento de campo.

Assumindo que estes componentes irão manter a mesma participação no total das falhas projetadas e dos correspondentes atendimentos de campo, pode-se estimar a demanda de peças de reposição conforme exposto na figura 4.6.

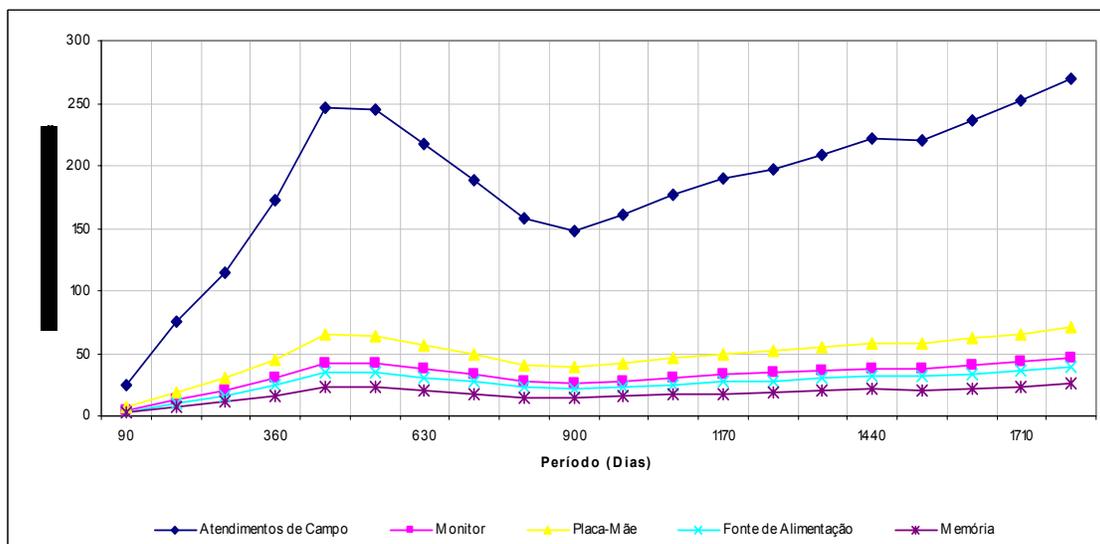


Figura 4.6. Previsão de demanda de peças de reposição para atendimento de campo.

4.2.3 Dimensionamento da Equipe de Campo

A cada falha projetada neste estudo, está associado pelo menos um atendimento técnico no campo. A partir das taxas de falhas projetadas, pode-se estimar a quantidade de técnicos treinados necessários para o serviço.

Para atendimentos de *desktops*, a empresa prestadora do serviço de campo mantém registros de que o tempo médio para o reparo é de cerca de 1 hora. Considerando também os períodos de deslocamento, a produtividade média do técnico de campo é de três (03) atendimentos por dia. Considerando 20 dias úteis por mês, cada técnico pode atender aproximadamente 60 chamados por mês.

Para o dimensionamento preciso da equipe de atendimento, ainda seria necessário levar em consideração a concentração geográfica dos atendimentos e uma provável necessidade de atendimentos simultâneos. Porém, de uma maneira geral, pode-se atribuir a necessidade de técnicos ao longo do tempo conforme apresentado na figura 4.7.

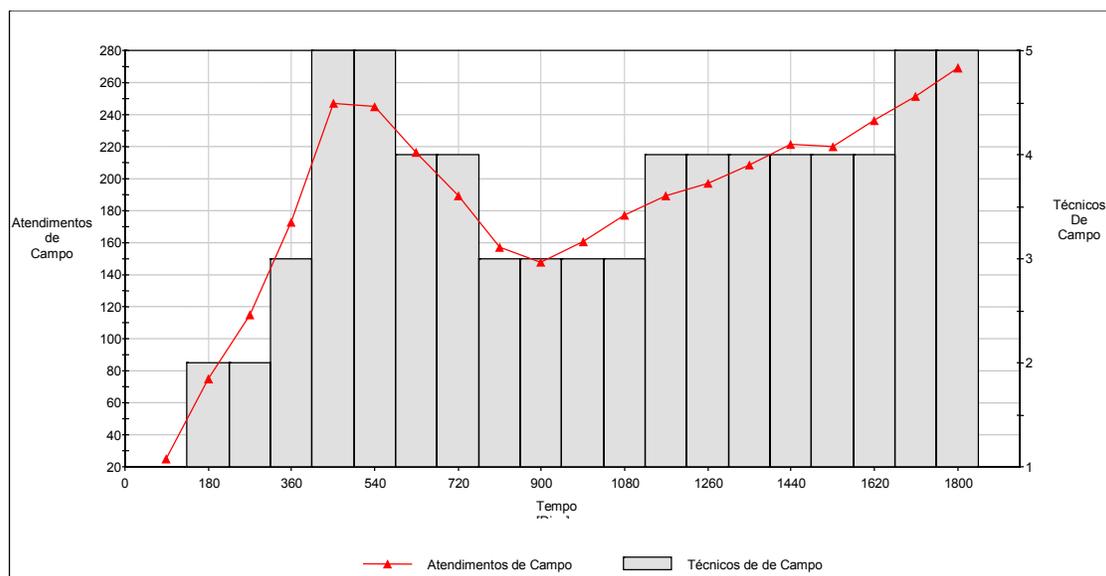


Figura 4.7. Capacidade de Assistência Técnica.

Conforme citado anteriormente, a empresa conta com empresas terceiras, parcerias globais prestadoras de serviço de campo, para realizar o atendimento no local.

A figura 4.7 revela que o número de atendentes, na maioria do tempo, irá variar entre 3 e 5. Neste caso, a empresa prestadora do serviço no campo deve lidar com essa demanda variável, talvez alocando parte da equipe para outros projetos simultâneos.

Para a empresa em estudo, entretanto, esta análise é importante para assegurar que as empresas prestadoras de serviço no campo estejam preparadas, evitando que chamados deixem de ser atendidos devido a uma eventual carência de técnicos. Além disso, naturalmente, é fundamental garantir treinamento adequado à equipe disponível, de modo a assegurar a produtividade (atendimentos/técnico/dia) e a satisfação dos clientes.

4.3 Lucratividade no Ciclo de Vida do Produto

A análise de lucratividade deve considerar todo o ciclo de vida do produto. Mesmo após a venda ainda existem custos a serem cobertos pelo fabricante.

Esses custos pós-venda são relacionados a problemas de satisfação do cliente ou puramente à qualidade do produto. Para o fabricante e para o cliente, estes custos podem aparecer sob diversas formas, as mais comuns estão apresentadas no quadro 4.1 (Kaner, 1996).

Quadro 4.1. Custos pós-venda comuns para o fabricante e para o cliente.

Custos para o Fabricante	Custos para o Cliente
Chamadas de suporte técnico	Perda de tempo
Peças de substituição	Perda de dados
Serviço técnico de reparo	Perda de negócios
Ressarcimento	Perda de produtividade
Produtos retornados	Custos de reconfiguração do sistema
<i>Recalls</i>	Custos para substituição/reparo do produto

Para o fabricante, os custos pós-venda mais comuns incluem as chamadas para suporte técnico, peças de substituição, troca de equipamentos, ressarcimento e *recalls*. Há também outros custos potencialmente elevados, tais como implicações legais e governamentais, trabalho de Relações Públicas para reverter problemas de imagem da empresa e, principalmente, os custos da insatisfação e da perda de clientes para a concorrência.

Limitando-se aos custos relacionados ao atendimento da garantia, serão contabilizados os custos derivados dos três primeiros itens do quadro 4.1.

A metodologia de cálculo do custo do incidente de garantia é composta por duas componentes: custos fixos e custos variáveis como mostra a equação 4.1. Ou seja, os custos dependem da frequência e natureza dos eventos que podem ocorrer durante o período de garantia. A figura 4.8 esquematiza as componentes do custo de garantia de acordo com a metodologia definida corporativamente pela sede da empresa.

$$W = (FC + VC) * IR \quad (4.1)$$

Onde:

- W = Custo da Garantia
- FC = Custos Fixos do Incidente de Garantia
- VC = Custos Variáveis do Incidente de Garantia
- IR = Taxa de Falhas do Produto

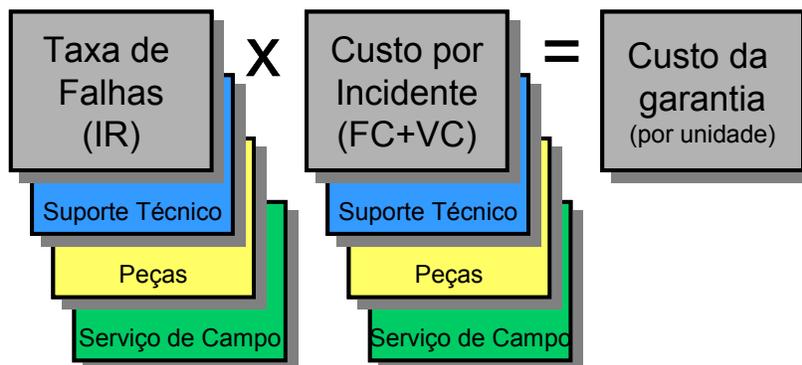


Figura 4.8. Esquematização das Componentes do Custo de Garantia.

Os custos fixos correspondem à toda estrutura necessária para armazenar e reparar os itens em garantia, por custos relacionados à estrutura de suporte telefônico e à administração e gerenciamento de toda a operação de serviços de atendimento à garantia. Já os custos variáveis estão relacionados ao trabalho direto para consertar os equipamentos, peças e material para o reparo, custos de manuseio e também alguns custos administrativos.

Aplicando a mesma lógica de Custos Fixos e Variáveis para os três componentes (suporte Telefônico, Serviço técnico no local e Peças de reposição), teremos o cálculo dos custos de garantia para esta configuração de serviços, conforme apresentado na equação 4.2:

$$W = [(FC + VC)*IR]_T + [(FC + VC)*IR]_S + [(FC + VC)*IR]_P \quad (4.2)$$

Onde:

- W = Custo da Garantia
- FC = Custos Fixos
- VC = Custos Variáveis
- IR = Taxa de Falhas
- T = Suporte Técnico Telefônico
- S = Mão-de-Obra para Prestação de Serviços Técnicos
- P = Fornecimento de Peças para Reparo

Conforme a equação 4.2, o custo da garantia depende basicamente do custo do incidente de garantia multiplicado pela taxa de falhas. A taxa de falhas, objeto de estudo deste trabalho, é variável ao longo do tempo, mas o custo de cada incidente pode ser considerado constante desde que não haja grandes alterações no nível de serviço oferecido.

Os principais custos (fixos e variáveis) envolvidos em cada incidente de garantia estão apresentados no quadro 4.2 e quantificados na tabela 4.1.

Quadro 4.2. Custos envolvidos no incidente de garantia.

Categoria de Serviço	Custos Fixos	Custos Variáveis
Suporte Técnico Telefônico	<ul style="list-style-type: none"> • Infra-estrutura de call center • Salários e benefícios • Gerenciamento de call center 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de telefonia (número 0800)
Peças de Reposição	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de inventário • Armazenamento • Planejamento e gerenciamento logístico 	<ul style="list-style-type: none"> • Manuseio • Transporte (peça de reparo e peça retornada) • Peça utilizada
Serviço Técnico de Reparo	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento • Gerenciamento dos serviços de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Taxas de serviço de campo (por evento)

Tabela 4.1. Quantificação dos custos envolvidos no incidente de garantia.

Categoria de Serviço	Custo médio para o Fabricante
Chamadas de suporte técnico	R\$10,00
Peças de substituição	R\$150,00
Serviço técnico de reparo	R\$100,00
Total	R\$260,00

Uma análise de lucratividade possível é a comparação direta entre a margem de venda do produto e os custos pós-venda, ou de atendimento à garantia.

A partir das taxas de falhas projetadas e considerando o custo do incidente de garantia descrito na tabela 4.3, é possível ter uma idéia da lucratividade do produto. Considerando uma margem de venda de 10% num *desktop* de cerca de R\$3.000,00, a lucratividade levando em conta os custos pós-venda varia conforme a figura 4.9.

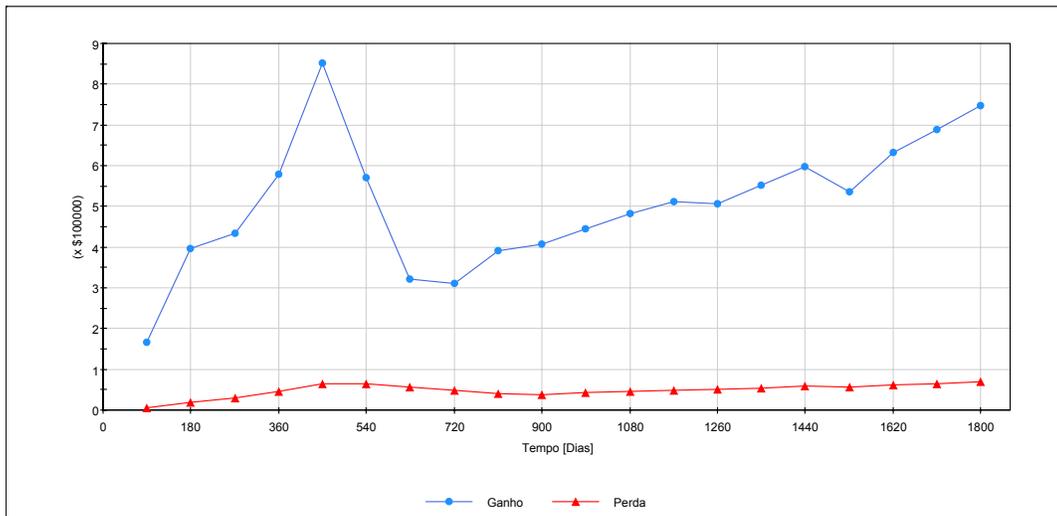


Figura 4.9. Relação Ganho x Perda no estudo de caso dos computadores *desktops*.

As taxas de falhas projetada e o alto custo de cada incidente de serviço potencializam as perdas relacionadas ao atendimento em garantia. O gráfico 4.9 revela que as perdas associadas ao atendimento na garantia estão sob controle desde que mantidas as taxas de falhas projetadas.

Uma alternativa para aumentar a lucratividade da empresa é a melhoria da qualidade/confiabilidade do produto, reduzindo ainda mais as taxas de falhas e diminuindo os custos envolvidos no atendimento à garantia.

Outra alternativa é transformar uma área originalmente considerada como centro de custos em uma área geradora de receitas para a empresa. Isso pode ser feito ao desenvolver novos serviços que possam ser vendidos juntos com a máquina e que aproveitem a estrutura já existente para a prestação de serviços (como serviços de instalação, de extensão de garantia e de atendimento com tempo de resposta pré-definido, por exemplo).

De qualquer forma, o controle dos custos de atendimento assume importância crescente, especialmente quando se considera a guerra de preços no mercado de computadores pessoais, que continua reduzindo as margens dos fabricantes neste negócio. Além disso, quanto mais unidades são vendidas, mais máquinas existem dentro do período de garantia, o que significa que os riscos são potencialmente maiores.

4.4 Recomendações Para o Produto e Seus Serviços Associados

O resultado da análise de falhas foi apresentado para uma equipe multidisciplinar que ajudou a enumerar as oportunidades de melhoria do produto e serviço associado. Essas recomendações foram estruturadas a partir de reuniões contando principalmente com a presença das equipes de serviços de pós-venda e marketing de serviços, mas também contando com representantes de outras áreas da empresa como Qualidade e Produção.

A partir do ponto de vista dos serviços de atendimento à garantia, são três as áreas de concentração para obter melhor lucratividade na operação: Marketing, Produção e Serviços de Atendimento ao Cliente.

Dentro do contexto de Marketing, serão recomendadas ações para aumento das vendas, incluindo vendas de contratos adicionais de serviços. Na área de Produção, as sugestões procuram minimizar a ocorrência das falhas no campo. Já no ambiente de Serviços, o objetivo é a redução do custo do atendimento. As áreas de atuação e seu foco estão resumidos no quadro 4.3.

Quadro 4.3. Áreas de atuação.

Área de Atuação	Foco de Melhoria
Marketing	Aumento das vendas
Produção	Aumento da confiabilidade
Serviços	Redução dos custos de atendimento

As recomendações incluem ações de implementação no curto e médio prazos, dentro da autonomia da empresa em relação à matriz nos Estados Unidos.

O impacto da quantificação dos riscos para a lucratividade da empresa devido a um nível de serviço pós-venda superior deve reunir as outras áreas da empresa num esforço conjunto. Para implementação das recomendações, é necessária a criação de times multifuncionais, além do comprometimento da alta gerência.

4.4.1 Recomendações para Marketing

As recomendações incluem posicionamento no mercado, contemplando ampla divulgação do alto nível de serviço oferecido pelo fabricante, uso dos prazos de garantia como ferramenta de diferenciação e a venda de contratos adicionais de serviço como fonte de receita incremental.

4.4.1.1 Posicionamento no mercado

Poucas empresas se arriscam a divulgar seus serviços de atendimento à garantia por duas razões principais: evitar chamar atenção para uma provável falha na performance do produto e/ou o serviço de atendimento à garantia oferecido é deficiente.

Obviamente, nenhum cliente realiza uma compra esperando que o produto falhe em suas mãos, entretanto existe a consciência que problemas na performance do produto podem ocorrer. Este nível de consciência vem aumentando com o grau de exigência dos consumidores, tanto que é cada vez mais comum levar em consideração fatores como assistência técnica para a aquisição de um produto.

Oferecer um nível de serviço de atendimento à garantia superior à concorrência pode ajudar a diferenciação da empresa no mercado. Para explorar este serviço superior comercialmente, a empresa deverá encontrar meios de explicar todas as diferenças do serviço que oferece, o que é um desafio num mercado acostumado com uma “rede de assistência técnica” ao invés de serviços prestados diretamente pelo fabricante.

A divulgação eficaz deste nível de serviço pode gerar novas vendas ao atingir, em especial, dois grupos de clientes: os mais exigentes, preocupados em como poderão exercer o direito da garantia se necessário, e aqueles que já precisaram acionar a garantia e tiveram uma má experiência e, conseqüentemente, lembranças de insatisfação com a concorrência.

4.4.1.2 Prazos de Garantia

O prazo de garantia mínimo exigido por lei no Brasil é de 90 dias, entretanto a prática comum na indústria oferece um (01) ano de garantia para computadores pessoais.

A análise de um lote único feita a partir da ferramenta computacional fornece a curva de falhas ao longo do tempo. Com os valores apresentados na tabela 4.2, pode-se identificar as falhas projetadas para cada ano de uso da máquina. Como uma parcela significativa das falhas (quase 50% de todas as falhas projetadas) ocorre no primeiro ano, o fabricante pode oferecer e divulgar no mercado prazos estendidos de garantia (opções de 2 anos ou 3 anos de garantia), de forma a explorar o serviço estendido como diferencial competitivo e lucrativo. A tabela 4.2 apresenta os percentuais de falhas projetadas para cada ano de garantia, as falhas acumuladas no período e qual a proporção dessas falhas em relação ao total de falhas em 3 anos.

Tabela 4.2. Falhas projetadas para cada ano de garantia.

Período	Falhas no Período	Falhas Acumuladas	% do Total de Falhas
1 ano (360 dias)	12,0% (no 1º ano)	12,0%	46,9%
2 anos (720 dias)	7,6% (no 2º ano)	19,6%	76,6%
3 anos (1080 dias)	6,0% (no 3º ano)	25,6%	100,0%
Total	25,6%	25,6%	100,0%

Quando o consumidor adquire um bem durável, como um computador, pode ser bastante interessante poder contar com uma estrutura de atendimento de reparo, caso algum problema ocorra após o término da garantia original. Por outro lado, também é característica da indústria a rápida obsolescência, o que pode fazer com que uma pequena parcela de consumidores mais ávidos por novidades, troque de computador logo após o fim da garantia ou face ao primeiro problema experimentado após o término da mesma.

O cliente que percebe valor num prazo de garantia maior pode aceitar pagar a mais para ter este serviço diferenciado. Para a empresa, este serviço agregado pode ser bastante rentável, especialmente observando que o prazo adicional de serviço pode incorrer em custos

mínimos, uma vez que cerca de 50% das falhas (em geral problemas de configuração ou compatibilidade de hardware) já foi reclamada durante o período da garantia padrão.

4.4.1.3 Upgrade de contratos de serviços

Alguns clientes valorizam tanto a garantia e o risco de ter seus equipamentos parados é tão grande, que preferem pagar um valor adicional para ter um atendimento especial. Além dos prazos de garantia estendidos, o nível de serviço entregue também pode ser diferenciado. Assim acontece com os serviços que garantem um tempo de resposta para o atendimento no campo como atendimento no próximo dia útil ou atendimento em no máximo quatro horas a partir do chamado técnico.

Geralmente este nível de serviço é direcionado a empresas que não podem se arriscar a ter o equipamento fora de funcionamento por um período longo. Para o cliente, este tipo de serviço significa, além de uma proteção ao investimento feito no equipamento, uma proteção ao próprio negócio.

Este tipo de serviço diferenciado já é oferecido pela empresa em algumas regiões do país. Apesar de ser acionado como a garantia padrão (segundo naturalmente a mesma taxa de falhas), o serviço de atendimento com tempo de resposta exige que sejam disponibilizados mais rapidamente o técnico para prestar o serviço no campo e também as peças necessárias para o reparo. Essa estrutura pode ser disponibilizada facilmente com o suporte das empresas parceiras prestadoras de serviço. As empresas prestadoras de serviço de campo podem disponibilizar técnicos mais rapidamente, dentro do tempo de resposta contratado. Entretanto, este serviço poderá ser disponibilizado apenas em certas regiões geográficas, nas quais é possível entregar as peças indicadas para o reparo a tempo de atender o prazo de resposta contratado.

4.4.2 Recomendações para Produção

Analisando a curva da figura 3.7, algumas falhas no campo poderiam ser evitadas se o produto começasse a ser usado pelo cliente um pouco depois do início da sua vida útil.

Como a maioria das falhas ocorre no início da vida do equipamento, há chance de que algumas modificações nos processos de produção possam fazer com que a falha ocorra ainda dentro da fábrica, evitando todos os custos relacionados ao atendimento de uma falha externa.

Uma prática comum na indústria de eletrônicos é a realização de *burn-in*, ou seja, o teste do produto em funcionamento antes de sair da fábrica. Para implementar essa iniciativa há necessidade de analisar os custos do *burn-in* comparados aos custos dessas falhas no início da vida do produto. Como as falhas no início da vida do produto são relativamente elevadas, o *burn-in* pode apresentar vantagens financeiras apesar de aumentar o tempo em produção.

A análise também revelou que poucos componentes são responsáveis pela maioria das falhas em campo. Assim, é importante um trabalho junto aos fornecedores desses componentes, visando desenvolver a confiabilidade dos mesmos.

4.4.3 *Recomendações para Serviços*

Naturalmente, um nível de serviço diferenciado também incorre em custos mais altos de operação como apresentado na tabela 4.3. O desafio é encontrar oportunidades de redução de custos sem prejudicar a qualidade do serviço oferecido.

4.4.3.1 *Redução nos Custos de Suporte Técnico*

Basicamente os custos incluem mão-de-obra e telefonia, já que a empresa oferece ligações gratuitas através de um número 0800. Desta forma, as oportunidades de redução de custos incluem aumento da produtividade da equipe e iniciativas de prevenção de ligações (*call avoidance*).

Entre as iniciativas para reduzir o número de ligações recebidas, estão as ações de educação ao cliente que podem incluir manuais de uso mais efetivos e informações adicionais disponíveis na própria máquina ou na internet.

Outra possibilidade é o incentivo de solicitações e respostas de suporte através de e-mail ao invés do uso do telefone.

4.4.3.2 Redução nos Custos das Peças

Atualmente, a matriz nos Estados Unidos é responsável pelo planejamento dos estoques de peças de reposição e, para isso, utiliza os mesmos processos existentes para o atendimento do mercado americano. Como a maioria das peças é importada, os custos mais importantes poderiam ser evitados se o estoque de peças de reposição fosse planejado e comprado localmente, evitando, principalmente, os custos relacionados ao transporte internacional e impostos de importação. Para tanto, seria necessário viabilizar a estrutura interna e desenvolver localmente todos os processos envolvidos no planejamento do estoque de peças de reposição. Alguns componentes já são produzidos no país por fornecedores especialmente desenvolvidos para suprir as necessidades de peças da linha de montagem. Estes mesmos fornecedores podem ser aproveitados também para a alimentação dos estoques de reposição.

Outra iniciativa é o reparo das peças substituídas para posterior realimentação do estoque de garantia, evitando a aquisição de novas peças. Existem no mercado empresas especializadas na triagem e reparo de componentes de informática que podem ser contratadas para este tipo de serviço, evitando o desenvolvimento de infra-estrutura e recursos humanos adicionais para essa iniciativa.

A alta eficácia da equipe de suporte técnico também pode ajudar na redução dos custos de peças e de atendimento no campo, uma vez que quanto maior a taxa de resolução remota de problemas, menor a necessidade de uso de peças e dos serviços dos técnicos de campo. Assim, a empresa poderia investir em treinamento especializado, fornecido regularmente, constantemente atualizado.

4.4.3.3 Redução nos Custos do Atendimento no Campo

A empresa tem um contrato com um prestador de serviços de campo de atuação nacional que cobra uma taxa fixa por atendimento no campo independentemente da complexidade do mesmo. Existe a oportunidade de reduzir o número de atendimentos mais simples, os quais poderiam ser feitos pelo próprio cliente, como, por exemplo, uma troca de

teclado ou *mouse*. Neste caso, ao invés de um atendimento técnico no campo, bastaria o serviço de logística de entrega da peça para substituição e retorno da peça danificada.

4.4.4 *Resumo das recomendações*

Para melhor entendimento do conjunto de ações a serem empreendidas, as recomendações anteriores estão resumidas no quadro 4.4.

Quadro 4.4. Resumo das recomendações para o produto e serviços associados.

Área de Atuação	Recomendações
Marketing	Explorar, nas campanhas de divulgação do produto, o alto nível de serviço oferecido pelo fabricante.
	Divulgar os prazos de garantia diferenciados no mercado.
	Ofertar contratos adicionais de serviços de manutenção aos clientes.
Produção	Revisar a operação de <i>burn-in</i> .
	Trabalhar em conjunto com os fornecedores para garantir a qualidade dos materiais.
Serviços	Revisar manuais de uso e informações de suporte disponíveis ao cliente, principalmente auto-ajuda via internet.
	Incentivar solicitações de suporte via e-mail ao invés do uso do telefone.
	Revisar a estrutura interna para permitir o planejamento, o desenvolvimento de fornecedores e a aquisição local das peças de reposição.
	Utilizar empresas locais de reparo das peças substituídas em campo.
	Treinar periodicamente a equipe de Suporte Técnico Telefônico para manter as altas taxas de resolução remota.
	Substituir parte do serviço técnico de campo por um serviço de logística, que contemple a entrega de itens de fácil reposição (como monitor, <i>mouse</i> e teclado).

Cada uma dessas recomendações abre novas necessidades de estudos para viabilizar a implementação. A intenção é mostrar algumas conseqüências diretas e indiretas da análise de predição das falhas no período da garantia, objeto deste trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as principais considerações decorrentes do desenvolvimento do trabalho, bem como sugestões para trabalhos futuros.

5.1 Conclusões

No cenário competitivo atual, a confiabilidade dos produtos (particularmente os produtos de alta tecnologia), pode ser decisiva na conquista e manutenção de uma posição de destaque no mercado. Uma das formas de monitorar este atributo é através da previsão de falhas no período de garantia. O objetivo desta dissertação é justamente a aplicação de um método apropriado para a previsão de falhas no período de garantia, contemplando produtos de alta tecnologia, que continuamente estão sendo objeto de inovações tecnológicas.

A revisão bibliográfica indica que as organizações podem construir vantagem competitiva através de produtos ou serviços superiores, mas a manutenção deste diferencial ao longo do tempo requer habilidade em manter a oferta de produtos e serviços sempre atuais, o que depende da inovação constante de processos ou de ofertas. Uma das variáveis importantes neste contexto competitivo é o nível do serviço de garantia oferecido, especialmente devido a dois fatores que devem estar equilibrados: (i) o custo desta operação, que é fortemente dependente da confiabilidade do produto e que deve ser mantido sob controle para preservar a competitividade da oferta, e (ii) a experiência que o cliente terá quando da necessidade de acionamento da garantia.

Essa dissertação apresentou um estudo de caso em uma empresa de alta tecnologia, fabricante de computadores, contendo uma aplicação de modelagem das taxas de falhas para

uma determinada linha de computadores *desktops*. De forma a traduzir a real experiência do cliente e a performance do produto no campo, os dados históricos de reclamação de garantia foram levados em consideração no modelo.

A partir da projeção de falhas definida para o produto em estudo, também foi possível uma análise a respeito dos custos envolvidos no atendimento à garantia, o que permitiu gerar recomendações para a redução desses. Uma importante característica da análise realizada é o uso da voz do cliente (os dados de acionamento da garantia) na alimentação do modelo. Isso só é possível em empresas que mantêm um relacionamento direto com seus clientes e que tenham registros das reclamações de garantia (como acontece no caso em estudo). A maioria das organizações não tem essas informações a não ser pelo que é declarado por sua “rede de assistência técnica”, terceirizada, a qual pode, muitas vezes, não refletir a realidade do cliente.

Com as taxas de falhas obtidas nesta primeira análise, limitada a apenas uma das linhas de produtos, já foi possível verificar a concentração de falhas no início da vida do produto, fator característico de bens de alta tecnologia. Apesar disso, as taxas de falhas observadas em campo foram menores do que as projetadas com base nos dados de laboratório. Isto é interessante para o cliente, que pode contar com um produto confiável, e para a empresa, que pode manter os custos da sua operação de atendimento à garantia sob controle. Entretanto, devido à introdução freqüente de inovações, não se pode garantir que a confiabilidade se mantenha constante, o que requer a atualização periódica das predições de falha.

Como resultado do trabalho, a habilidade de conhecer e poder estimar as taxas de falhas de um produto já está contribuindo das seguintes maneiras à organização:

i. Aplicações de Custeio/Financeiras:

- a. Melhor alocação de recursos, de forma a atender à demanda de atendimento à garantia. Estes recursos incluem o correto dimensionamento dos custos fixos da operação como a estrutura de *call center*, da equipe de suporte técnico telefônico, do inventário de peças de substituição e treinamento da equipe de serviços de reparo.
- b. Melhor previsão também dos custos variáveis da operação como gastos com a conta telefônica, com as peças de substituição utilizadas e com cada solicitação de serviços técnicos de reparo.

- c. Com o conhecimento dos custos envolvidos na operação, provisões contábeis mais precisas podem ser feitas diminuindo a exposição financeira da empresa.

ii. Aplicações Produtivas:

- a. Divulgação dos dados sobre o tipo de falha experimentada para outras áreas da empresa de forma a encaminhar ações corretivas sobre os problemas relacionados a projeto, fornecedores, fabricação, processos e atendimento.
- b. Identificação de oportunidades de melhoria de redução dos custos da operação de atendimento à garantia, sem afetar a qualidade do serviço prestado ao cliente e, conseqüentemente, sua satisfação.

iii. Aplicações mercadológicas:

- a. Uso do nível de serviços de atendimento à garantia como ferramenta de diferenciação competitiva.
- b. Possibilidade de aumentar a fidelidade do consumidor, uma vez que através da garantia, o cliente entra em contato novamente com o fabricante ao invés de procurar um outro local para o reparo.
- c. Melhor experiência do cliente que pode contar com uma estrutura bem organizada e ágil de atendimento à garantia, de forma a não precisar esperar por peças em falta ou escassez de técnicos para o serviço.

As análises e aplicações decorrentes do trabalho realizado mostram como o conhecimento da confiabilidade do produto extrapola os limites do departamento de Engenharia de uma empresa. Como ocorreu durante este estudo de caso, informações sobre confiabilidade podem contribuir para o aprendizado organizacional, assegurando a busca pela melhoria contínua, foco no cliente e aumento da competitividade em um mercado de mudanças constantes.

5.2 Trabalhos Futuros

O aperfeiçoamento do modelo aqui apresentado pode ser feito através da utilização dos dados totais da empresa, permitindo análises segmentadas e conjuntas através da inclusão de variáveis, como outras linhas de produtos, período específicos de venda, segmento de clientes, tipo de serviço oferecido, região geográfica e até componentes específicos (por exemplo, a análise de máquinas com determinado processador).

Como continuação natural deste trabalho, pretende-se aplicar o modelo de predição de falhas às outras linhas de produto, multiplicando os benefícios desta análise aos outros produtos da empresa. Este novo trabalho permitiria à empresa uma comparação do comportamento dos diferentes tipos de clientes e produtos, o que pode ajudar a definição de estratégias de atuação nos diferentes segmentos de mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERRY, L. Descobrimo a Essência do Serviço: os Nove Geradores de Sucesso Sustentável nos Negócios. Rio de Janeiro, 2001. Qualitymark. 308 p.
- COLE, R. From Continuous Improvement to Continuous Innovation. Quality Management Journal. Volume 8, Número 4, 2001. p. 7 – 21.
- DECROIX, G. Optimal Warranties, Reliabilities and Prices for Durable Goods in an Oligopoly. European Journal of Operational Research, Volume 112, Issue 3. Fevereiro, 1999. p. 554 – 569.
- ELSAYED, E. Reliability Engineering. Reading, EUA. 1996. Longman. 308 p.
- FREDERICKS, J. & SALTER II, J. Beyond Customer Satisfaction. Management Review. May, 1995. p. 29 – 32.
- GOODMAN, J. & MALECH, A. Don't Fix the Product, Fix the Customer. The Quality Review. Fall, 1988. p. 6 – 11.
- GRIFFIN, A., GLEASON, G., PREISS, R. & SHEVENAUGH, D. Best Practice for Customer Satisfaction in Manufacturing Firms. Sloan Management Review. Winter, 1995. p. 87 – 97
- GRIFFIN, J. Um Programa de Fidelização. HSM Management. Setembro-Outubro, 2001. p. 58 – 64
- HART, C. Extraordinary Guarantees: Achieving Breakthrough Gains in Quality & Customer Satisfaction. Brookline, EUA, 1998. Editora Spire Group. 216 p.
- HART, C., HESKETT, J. & SASSER, W. The Profitable Art of Service Recovery. Harvard Business Review. July - August, 1990. p. 148 – 156.

- HESKETT, J., JONES, T., LOVEMAN, G., SASSER, W. & SCHLESINGER, L. *Putting the Service-Profit Chain to Work*. Harvard Business Review. March - April, 1994. p. 164 – 174.
- HUSSAIN, A. & MURTHY, D. *Warranty and Optimal Redundancy with Uncertain Quality*. Mathematical and Computer Modeling, Volume 31, Issues 10-12. Maio-Junho 2000. p. 175 – 182.
- JACOB, R. *Beyond Quality and Value*. Fortune Magazine. Autumn/Winter 1993. p. 8-11.
- KANER, C. *Quality Cost Analysis: Benefits and Risks*. www.kaner.com/qualcost.htm. Acesso em 13 de Julho, 2001.
- KAPUR, K. & LAMBERSON, L. *Reliability Engineering*. EUA, 1977. Wiley. 308 p.
- KOTLER, P. *Administração de Marketing*. São Paulo, 1998. Editora Atlas. 725 p.
- LASSAR, W. FOLKES, V. GREWAL, D. & COSTLEY, C. *Consumer Affective Reactions to Product Problems When the Timing of Warranty Expiration Varies*. Journal of Business Research, Volume 42, Issue 3. Julho 1998. p. 265 – 270.
- LEVITT, T. *Marketing Myopia*. Harvard Business Review. Business Classics: Fifteen Key Concepts for Managerial Success. EUA, 1998. p. 19-31.
- LOVELOCK, C. *Product Plus. Produto + Serviço = Vantagem Competitiva*. São Paulo, 1995. Makron Books. 476 p.
- LUTZ, N. & PADMANABHAN, V. *Warranties, Extended Warranties and Product Quality*. International Journal of Industrial Organization, Volume 16, Issue 4. Julho 1998. p. 463 – 493.
- MICHIGAN ECONOMIC GROWTH AUTHORITY. *Definition of High Tech Industry*. www.crcmich.org/EDSurvey/appendix/appendixe.html Acesso em 15 de Agosto, 2001.
- MONGA, A. & MING, Z. *Optimal System Design Considering Maintenance and Warranty*. Computers & Operations Research, Volume 25, Issue 9. Setembro, 1999. p. 691 – 705.
- MITRA, A. & PATANKAR, J. *Market Share and Warranty Costs for Renewable Warranty Programs*. International Journal of Production Economics, Volume 50, Issues 2 – 3. Junho, 1997. p. 155 – 168.
- OH, Y. & BAI, D. *Field Data Analyses with Additional After-Warranty Failure Data*. Reliability Engineering and System Safety, Volume 72. 2001. p. 1 – 8.

- PETKOVA, V. SANDER, P. BROMBACHER, A. *The Use of Quality Metrics in Service Centres*. International Journal of Production Economics, Volume 67, Issue 1. Agosto, 2000. p. 27 – 36.
- PINTO, A. & WINDT, M. *Código de Proteção e Defesa do Consumidor*. 11ª Edição. São Paulo, 1999. Editora Saraiva. 215 p.
- POLATOGLU, H. & SAHIN, I. *Probability Distribution of Cost, Revenue and Profit Over a Warranty Cycle*. European Journal of Operational Research, Volume 108, Issue 1. Julho 1998. p. 170 – 183.
- PORTER, M. *What Is Strategy?* Harvard Business Review. Business Classics: Fifteen Key Concepts for Managerial Success. EUA, 1998. p. 74-91.
- REICHHELD, F. *Loyalty-Based Management*. Harvard Business Review. March - April, 1993. p. 64 – 73.
- TÉBOUL, J. *A Era dos Serviços. Uma Nova Abordagem de Gerenciamento*. Rio de Janeiro, 1999. Qualitymark Editora. 295 p.
- THIOLLENT, M. *Pesquisa-ação nas Organizações*. São Paulo, 1997. Ed. Atlas.
- TREACY, M & WIERSEMA, F. *Customer Intimacy and Other Value Disciplines*. Harvard Business Review. January – February, 1993. p. 84 – 93.
- TROUT, J. *Diferenciar ou Morrer*. São Paulo, 2000. Editora Futura. 237 p.
- WERNER, L. *Modelagem dos Tempos de Falha ao Longo do Calendário*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS. Porto Alegre, 1996.
- WERNER, L., RIBEIRO, J.L.D. e VACCARO, G., (1995) *Modelagem dos tempos de falha ao longo do calendário*. Trabalho apresentado no XV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, realizado em São Carlos, SP, set. 1995, e publicado em seus anais, Vol. 3, p. 1215-1220.
- WEIBULL.COM. www.weibull.com. Acesso em 20 de Agosto, 2001.
- WHITELEY, R. *A Empresa Totalmente Voltada para o Cliente*. São Paulo, 1999. Publifolha. 263 p.
- YIN, R. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre, 2001. Ed. Bookman.

ZEMKE, R. SCHAAF, D. *A Nova Estratégia do Marketing: atendimento ao cliente.* São Paulo, 1991. Harbra. 469 p.

ZEMKE, R. *Creating Customer Value.* Training Magazine. September, 1993. p. 45-50.

ZEMKE, R. *The Emerging Art of Service Management.* Training Magazine. January, 1992. p. 37-43.