

## Um estudo de caso no setor de pós-venda: análise da confiabilidade de coletores de lixo e da satisfação dos clientes

### RESUMO

**Jéssica da Silva Menezes**

[jsm.epr@gmail.com](mailto:jsm.epr@gmail.com)

Centro Federal de Educação Tecnológica  
Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ),  
Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil

**Alúcio dos Santos Monteiro  
Junior**

[monteiro.aluisio@gmail.com](mailto:monteiro.aluisio@gmail.com)

Centro Federal de Educação Tecnológica  
Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ),  
Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil

O presente trabalho de pesquisa apresenta alguns conceitos básicos da engenharia da confiabilidade, incluindo a aplicação de uma Árvore de Falhas com uso voltado para o setor de pós-venda de uma empresa fabricante de coletores compactadores de lixo com objetivo de verificar se o desempenho do setor de pós-venda está de acordo com o nível de satisfação dos clientes e confrontar essas informações com os resultados obtidos no estudo de confiabilidade do produto. O desenvolvimento da pesquisa foi feito baseado em duas ações: pesquisa de satisfação voltada para o setor de pós-venda e levantamento de dados técnicos, como quantidade de peças concedidas em garantia e os custos totais envolvidos neste processo. Observou-se, na análise de confiabilidade do produto, que a fabricação dos comandos hidráulicos deve ser acompanhada mais de perto e aprimorada até que o item atinja a confiabilidade desejada, pois atualmente encontra-se em grau preocupante. A análise matemática e gráfica dos dados gerou material consistente para o auxílio à tomada de decisão, fazendo com que a confiabilidade se destacasse das demais dimensões da qualidade. Com isso, foram feitas à empresa pesquisada recomendações científicas para manter e alavancar seu sucesso ou continuar indiferente aos riscos iminentes de uma perda de mercado e de difamações prejudiciais à marca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pós-venda. Confiabilidade. Satisfação do cliente. Qualidade. Garantia.

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que o crescente nível de exigências dos consumidores faz com que a venda por si só já não seja suficiente para satisfazê-los; para isso é preciso realizar um serviço de pós-venda eficiente que permita um relacionamento entre cliente – empresa mais estreito e que foque no prolongamento da vida útil do produto. Entretanto, muitas vezes há uma lacuna entre o que a empresa promete no momento da venda e o que ela efetivamente entrega, acarretando em problemas posteriores e insatisfações dos clientes.

Em muitas empresas, o pós-venda ainda é visto erroneamente como um setor dispendioso, não recebendo a devida atenção. Contudo, em médio prazo, ele é capaz de gerar um retorno financeiro positivo, visto que um bom acompanhamento em campo do produto fornecido gera confiança e credibilidade junto ao cliente. Segundo Cohen, Agrawal e Agrawal (2006), em fabricação de equipamentos, as margens de lucro de serviços de manutenção e venda de peças de reposição podem ser até cinco vezes maiores do que as da venda primária. Além desse fato, o *feedback* do cliente fornece uma gama de informações acerca do desempenho real que será aplicável para possíveis aprimoramentos de projetos e/ou correções no processo de fabricação.

Cabe ao serviço de pós-venda estabelecer contatos sistemáticos com o cliente e mostrá-lo o empenho feito para lhe atender com excelência. Dessa maneira é mais provável que o cliente se interesse por um fluxo de negócios que vai além da primeira compra. Nesse contexto, surge a necessidade de uma estrutura bem definida dos processos de pós-venda, com enfoque em ações preventivas ao invés de corretivas, controle de qualidade dos serviços prestados, adoção de *benchmarking*, estabelecimentos de metas ousadas, porém coerentes, controle de fluxo de caixa, atualização constante dos registros de defeitos, reclamações, sugestões e acompanhamento das soluções de problemas.

A empresa onde o estudo de caso aconteceu é de origem familiar, fundada em 1920, no Rio de Janeiro, Brasil. Líder do mercado brasileiro e da América Latina no segmento de coletores compactadores de lixo, possui em sua linha de produtos coletores de carga traseira e lateral, varredoras de rua, prensas estacionárias e limpa-pistas. No ano de 2015, a empresa vendeu 450 equipamentos, sendo 361 de carga traseira e 89 dos demais equipamentos, o que corresponde a um percentual de 80% contra 20%. Por este motivo, o modelo de carga traseira é o foco do presente estudo.

Apesar de possuir o maquinário adequado para a fabricação completa dos coletores de lixo, atualmente a empresa se encontra na condição de montadora, terceirizando as atividades de fabricação de caçamba, porta e painéis. Os componentes principais dos coletores, como comandos, bombas e cilindros, também são comprados de terceiros.

Com a crescente produção de resíduos sólidos nos centros urbanos, é notória a importância da operação destes equipamentos na destinação a aterros sanitários, se um deles parar, pode causar um grande transtorno social. Isso gera a exigência por garantia junto à empresa, o que se converte em custos.

Por meio de uma pesquisa descritiva e exploratória, o intuito do estudo e evidenciar o setor de pós-venda como estratégico para fidelização dos clientes e tem como objetivo principal a identificação do nível de confiabilidade do equipamento e sua influência em termos de custos para a empresa estudada. A ausência do uso de indicadores para a medição do desempenho do serviço de pós-venda foi um dos motivadores da pesquisa, já que a empresa não mede de forma estruturada os resultados do setor.

Como os clientes do sudeste brasileiro representam o maior percentual de receita, sendo, portanto, alvos principais da preocupação por parte da alta gerência, esta pesquisa se delimitou na análise da região citada. Selecionou-se 35 clientes localizados nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, para participar de uma Pesquisa de Satisfação. As perguntas contemplaram: i) rotinas de operação e manutenção; ii) avaliação em relação ao produto adquirido e ao suporte prestado pelo pós-venda; iii) problemáticas superadas; iv) sugestões de melhoria.

A abordagem se dá de maneira quali-quantitativa, pois faz uso de instrumentos estruturados e comprovadamente seguros para a coleta de dados, mas passa pela observação minuciosa da pesquisadora, sendo interpretada e descrita por ela.

O estudo se detém a tratar com mais profundidade os assuntos relacionados a garantias, devido ao fato dessas informações serem mais substanciais e os processos envolvidos demandarem atenção diferenciada.

## FIDELIZAÇÃO E MARKETING DE RELACIONAMENTO

Empresas em todo o mundo investem muito recurso financeiro na tentativa de conquistar fidelidade com características de produtos, preços ou programas de pontuação. Mas as únicas que tem efeito prático são as que contam também com um processo de atendimento personalizado e diferenciado, tratando os clientes de forma especial, construindo confiança e um forte sentimento de parceria com cada cliente (MARQUES, 2006).

Fidelidade pressupõe confiabilidade. Obter uma diferenciação competitiva por meio de uma sólida confiabilidade pode proporcionar uma série de benefícios significativos como maiores índices de retenção, aumento de negócios com clientes atuais, menor sensibilidade ao preço e ampliar a recomendação, através de propaganda boca a boca gratuita. Embora a satisfação seja apenas um estado mental e nem todo o cliente satisfeito seja fiel, a fidelidade é consequência desse estado (SILVEIRA, 2001).

Quanto ao *Marketing*, Santos (2011) orienta que ele deve satisfazer as fases de pré-venda, venda e pós-venda. Não pode se limitar apenas a venda porque começa muito antes de a empresa ter o produto, inicia-se no momento da descoberta de uma necessidade/desejo. O autor complementa dizendo que o *Marketing* é a tarefa de avaliar necessidades, medir suas extensões e intensidades e determinar se existe a oportunidade para lucros.

A grande mudança notada é que o *marketing* tradicional tratava de oferecer basicamente o produto adequado e incentivar o cliente a comprá-lo, sem se preocupar com a continuidade das vendas. Enquanto que o marketing de relacionamento possibilitou a interação cliente-fornecedor, ou seja, é um *marketing* interativo, que visa inspirar confiança ao relacionamento. Seus componentes básicos são qualidade, serviços ao cliente e *pós-marketing*. Mas talvez o componente mais importante do processo de *marketing* de relacionamento seja a mensuração da satisfação dos clientes (ALVES & DUTRA, 2009).

Não basta apenas pensar no consumidor sem pensar na área interna. Produtos cada vez mais complexos são mais sensíveis a necessidade de serviços especializados, por isso a empresa deve se preocupar em capacitar os funcionários, orientá-los e motivá-los. Segundo Kardec e Nascif (2001), o profissional despreparado demora muito mais tempo para executar um serviço, podendo até provocar problemas.

Adicionalmente, percebe-se que o atual modelo de contratação adotado pelos setores de pós-venda, não condiz com as suas estratégias de serviços, visto que o lucro do contratado depende da demanda por serviços, então não é de interesse dele aumentar a disponibilidade de equipamentos. Dessa forma, é preciso evoluir para um contrato de resultados, como o Acordo de Nível de Serviço (*Service Level Agreement – SLA*), que se dá por meio de um acordo entre o fornecedor de serviços e a empresa contratante, onde se deixa claro todas as tarefas e responsabilidades de ambas as partes, garantindo assim um grau mínimo de satisfação dos serviços acordados. Nele são previstas penalidades caso não seja alcançada a meta acordada.

Se os produtos e serviços são produzidos de forma certa da primeira vez, não demandam retrabalho, refugos de materiais, re-prestação de serviços, entre outras indesejáveis consequências. Além do mais, as falhas podem provocar sérios riscos à segurança e ao meio ambiente, em um momento em que os padrões de exigências nessas áreas estão rígidos.

A qualidade percebida e a satisfação dos clientes no setor de serviços vêm sendo amplamente estudadas, pois influenciam as intenções de compra, a retenção dos clientes e, em consequência, a geração de lucro para as empresas (LOVELOCK & WRIGHT, 2001).

Referindo-se a qualidade, um bom serviço é o que atende “às necessidades e desejos do cliente e não aquele que atende às restrições da empresa. O serviço pode ser um fator-chave para o sucesso ou um fator crítico para o fracasso estratégico, conforme seu nível de qualidade.” (MARQUES, 2006).

Hoffman e Bateson (2003) afirmam que as percepções de valor do cliente representam um equilíbrio entre os benefícios com a compra do produto e o sacrifício percebido em termos de custos a ser pago. Os custos totais para o cliente se estendem para além dos custos monetários e incluem tempo, energia e custos psíquicos.

Estudos da TARP (*Technical Assistance Research Programs Inc.*) (apud ALBRECHT & ZEMKE, 2002) mostram a importância da contribuição de serviços de primeira qualidade para os resultados finais das empresas. Tais estudos apontam que:

- a) É mais provável que de 54% a 70% dos clientes queixosos voltem a fazer negócios após a reclamação, se o problema for solucionado. Este número sobe 95% se o problema for resolvido rapidamente;
- b) Na média, clientes com problemas relatam o fato a outras 9 pessoas. E 13% destes relatam para mais de 20 pessoas;
- c) Clientes com problemas resolvidos de maneira satisfatória relatam o bom tratamento para 5 a 8 pessoas.

### PROBABILIDADE PARA ESTUDO DE CONFIABILIDADE

Se um experimento pode resultar em qualquer um de  $N$  diferentes resultados que apresentam a mesma probabilidade de ocorrência, e se exatamente  $n$  desses resultados correspondem ao evento  $A$ , então a probabilidade do evento  $A$  é igual a equação (1).

$$P(A) = \frac{n}{N} \quad (1)$$

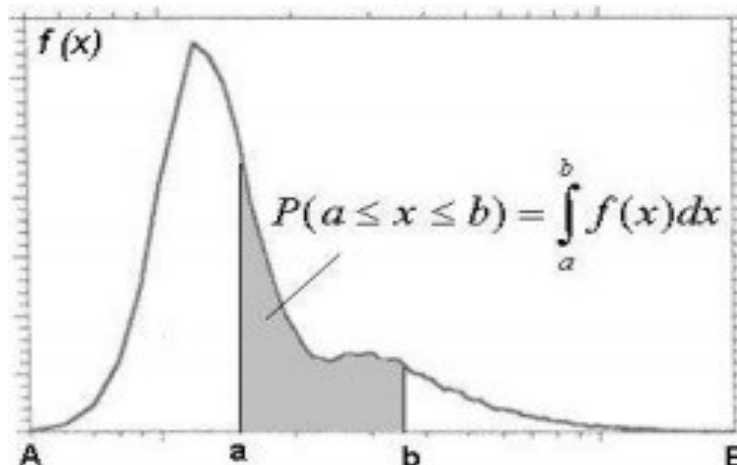
Tomando como base o trabalho de Sakurada (2001), para explicar a probabilidade condicional de um evento, consideram-se dois eventos  $A$  e  $B$ , cuja probabilidade de  $A$  (por exemplo, falha) ocorrer se deseja saber, dado que  $B$  tenha ocorrido. Neste caso, dado que  $A$  ocorreu, pode ser que  $B$  ocorra ou não. Esta análise pode ser descrita matematicamente como  $P(A|B)$ , onde se divide a quantidade de ocorrências em  $A$  e  $B$  (interseção) pelo número de ocorrências em  $B$ .

Uma variável aleatória pode assumir qualquer valor dentro de um intervalo definido  $[A, B]$ . No estudo da confiabilidade, a variável aleatória de interesse é o tempo até falha de um produto e, em geral, pode acontecer em um intervalo de zero a infinito, já que não se sabe quando ocorrerá (RELIASOFT, 2005) apud (SOUZA 2009).

A solução é construir uma função densidade de probabilidade (fdp). A Figura 1 demonstra uma variável aleatória contínua que indica a probabilidade de  $x$  assumir um valor entre  $a$  e  $b$  como sendo a área preenchida do gráfico.

A função de risco  $h(t)$  é modelada estatisticamente pela função densidade de falha que representa a variação da probabilidade de falha de uma unidade dentro do tempo. Mediante esse conhecimento, e estabelecendo a vida de um item como a soma do período em que ele está funcional com o período em que ele não está funcional, tem-se que 100% do seu tempo de vida é dado por  $R(t) + F(t)$ , onde  $R(t)$  representa o período em que o item está funcional e  $F(t)$  representa o período em que o item está não funcional. Em termos de probabilidade esta relação pode ser escrita como  $R(t) + F(t) = 1$ , o que permite que a Função Probabilidade de Falha seja obtida em termos da probabilidade complementar:  $F(t) = 1 - R(t)$ .

Figura 1 – Função densidade de probabilidade



Fonte: Souza (2009)

A confiabilidade no período de garantia é uma vertente da confiabilidade que trata de falhas específicas do equipamento considerando as condições de uso, projeto, material e outras variáveis que interferem no desempenho e na produtividade. Segundo a norma brasileira NBR 5462-1994, a confiabilidade de um item é a probabilidade de que este cumpra perfeitamente seu objetivo funcional, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso. A medição de confiabilidade é exposta na equação (2), segundo o modelo exponencial. Já a confiabilidade de um sistema em série e em paralelo é expressa pela equação (3) e (4), respectivamente.

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2)$$

Onde:  $R(t)$  é a confiabilidade a qualquer tempo  $t$ ;  $e$  é a base dos logaritmos neperianos ( $e = 2,303$ );  $\lambda$  = taxa de falhas e  $t$  é tempo previsto de operação.

$$R(s) = R1 \times R2 \times Rn \quad (3)$$

Onde:  $R(s)$  é a Confiabilidade sistêmica;  $Rn$  a confiabilidade do item  $n$ .

$$R(s) = 1 - [(1 - R1) \times (1 - R2) \times (1 - Rn)] \quad (4)$$

A determinação da função confiabilidade é possível por uma distribuição de probabilidade dos tempos até a falha do objeto de estudo. Esta modelagem oferece outras informações importantes, tais como a probabilidade de sobrevivência até o tempo  $t$ , o tempo médio até a falha e a função risco  $h(t)$  do equipamento (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009), ou seja, representa a probabilidade de bom funcionamento de um produto. Para uma modelagem que utiliza dados de garantia, pressupõe-se que: (i) todas as reclamações ocorridas durante o período de garantia tenham sido exercidas e são válidas; (ii) quando uma falha acontece isso resulta em imediata reclamação de reparo; (iii) compradores podem ser agrupados em diferentes categorias fundamentadas na intensidade do uso; (iv) os itens são estatisticamente similares; e (v) o tempo de correção da falha apontada no produto é suficientemente pequeno em relação ao Tempo Médio entre as Falhas (*Mean Time Between Failures* - MTBF), podendo ser considerado igual a zero (BLISCHKE e MURTHY, 2000) apud (SANTOS, 2008).

## Indicadores de confiabilidade

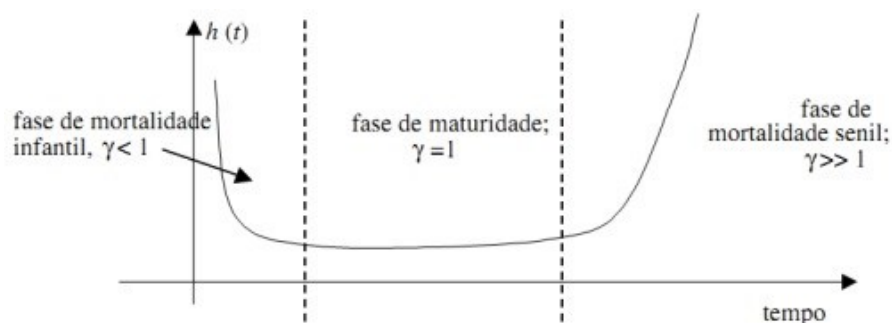
Segundo o EEA (2005), indicador é uma medida, geralmente quantitativa, que pode ser usada para ilustrar e comunicar um conjunto de fenômenos complexos de uma forma simples, incluindo tendências e progressos ao longo do tempo. Como principais indicadores foram escolhidos (i) taxa de falhas, (ii) manutenibilidade e (iii) disponibilidade. nº de falhas

A taxa de falha (ou função de risco) tem como objetivo calcular a quantidade de risco a que um equipamento está exposto no tempo  $t$ , conforme exposto na equação (5).

$$\lambda = \frac{\text{n}^\circ \text{ de falhas}}{\text{n}^\circ \text{ total de horas de operação da unid.}} \quad (5)$$

As previsões de falhas têm como um dos principais propósitos identificar o ponto ótimo de reparo usando técnicas científicas, para estender a vida útil do equipamento ou sistema e garantir a máxima disponibilidade física (KARDEC e NASCIF, 2001). Determinados produtos têm o histórico de confiabilidade dividido em três fases distintas, conforme representação da Figura 2.

Figura 2 – Curva da banheira



Fonte: Sellitto (2005)

A fase da mortalidade infantil é caracterizada por um significativo decréscimo no valor de  $\lambda$  a partir do seu início de uso e apresenta falhas devidas, principalmente, a erros de fabricação não eliminados pelo Controle de Qualidade. Na fase da maturidade, a taxa de falhas é menor e apresenta pequena variação com o tempo, mantendo-se relativamente constante. As falhas normalmente são aleatórias e têm fontes casuais, pouco podendo ser feito para evitá-las (KARDEC & NASCIF, 2001). De acordo com Duek (2005), a fase de maturidade senil compreende o período de crescimento súbito e contínuo da taxa de falhas, resultando no aumento da frequência de manutenção.

A manutenibilidade, cuja medição é feita pelo Tempo Médio até a Falha (*Mean Time to Failure - MTTF*), corresponde à facilidade com que se efetuam reparos e outras atividades de manutenção em um equipamento. Quanto mais alto o valor do MTBF, mais confiável será o produto. Enquanto que o MTTF afeta a disponibilidade, mas não a confiabilidade, pois se trata do tempo transcorrido desde o início de seu funcionamento até a ocorrência da primeira falha. Já o Tempo Médio para Reparo (*Mean Time to Repair - MTTR*) é o tempo previsto até a recuperação do sistema após uma falha. Ele deve englobar todos os tempos que ocorrem entre a parada e o retorno do equipamento à operação.

A disponibilidade é, segundo Kardec & Nascif (2001), o tempo em que o equipamento, sistema ou instalação está disponível para operar ou em condições de produzir. A disponibilidade obedece a equação (6).

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (6)$$

### Distribuição de probabilidade

Conforme explica Fogliatto & Ribeiro (2009), conhecendo-se a distribuição de probabilidade que melhor se ajusta aos tempos até a falha de uma unidade de estudo, é possível estimar a probabilidade de sobrevivência para qualquer tempo  $t$ . As distribuições mais conhecidas são: Normal, Log-normal, Exponencial, Gama e Weibull.

A distribuição normal apresenta variações simetricamente distribuídas ao redor de sua média. Ela tem pouca aplicabilidade em estudos de confiabilidade. A distribuição log-normal é muito utilizada em modelagem de tempos até reparo. A distribuição exponencial é mais apropriada na modelagem de falhas em componentes elétricos em que as respectivas taxas de falhas são constantes. A distribuição Gama é a generalização da exponencial, descrevendo sistemas que operam em paralelo. Na distribuição tipo Weibull, os modos de falha atuam em série, competindo pela falha, ou seja, a falha ocorre quando o primeiro de “ $n$ ” modos de falha se materializa. Assim sendo, o sistema só funciona se todos os componentes funcionarem. Silva e Anzanello (2012) apontam a equação (7) representativa para a distribuição de Weibull.

$$F(t) = \frac{\gamma}{\theta} t^{(\gamma-1)} e^{\left(-t^\gamma/\theta\right)} \quad (7)$$

Tal distribuição permite a modelagem de diferentes comportamentos para a função de risco  $h(t)$ . O valor de seu parâmetro de forma  $\gamma$  define se o risco de falha do equipamento é crescente, decrescente ou constante. Se  $\gamma < 1$ ,  $h(t)$  é decrescente; se  $\gamma = 1$ ,  $h(t)$  é constante; e se  $\gamma > 1$ ,  $h(t)$  é crescente. O parâmetro  $\gamma$  é chamado de parâmetro de posição, pois controla a posição da curva sobre o eixo das abscissas. O parâmetro de escala  $\theta$  controla a inclinação da reta no gráfico. Basicamente, um aumento da inclinação indica uma diminuição da confiabilidade, com um correspondente aumento das falhas (PALLEROSI, 2000). A existência de diferentes tipos e modos de falha resulta em diferentes posições e inclinações das retas nos gráficos de Weibull.

### Análise da árvore de falhas

O modelo matemático mais usual para representar a condição de um item é o binário: um equipamento está operacional ou está em falha, não havendo estágio intermediário (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009). A partir do reconhecimento de que os produtos podem falhar é necessário compreender as causas das falhas e



estabelecer estratégias para a diminuição dos impactos internos e externos das mesmas.

Achar a solução com agilidade e garantir a satisfação do cliente se torna uma tarefa muito extensa e complexa. Partindo deste princípio, implantar uma Árvore de Análise de Falhas (*Fault Tree Analysis - FTA*) dentro de uma empresa de manutenção de equipamentos é um procedimento organizado para se conseguir agilidade e qualidade no processo de manutenção.

A interpretação da FTA é feita por meio de alguns símbolos, os mais utilizados são o retângulo (evento de falha resultante de uma combinação lógica de eventos), o círculo (evento de falha básico) e os operadores lógicos “ou” (evento de saída só ocorre se pelo menos um dos de entrada ocorrer) e “e” (evento de saída só ocorre se todos os de entrada ocorrerem).

As falhas são estruturadas de modo hierárquico, onde uma falha primária pode ser causada por diversas falhas secundárias, que por sua vez são consequência de possíveis falhas terciárias e assim por diante, até que se descubra a provável causa do problema (HORÁCIO, 1995) apud (SELLITTO, BORCHARDT e ARAÚJO, 2002).

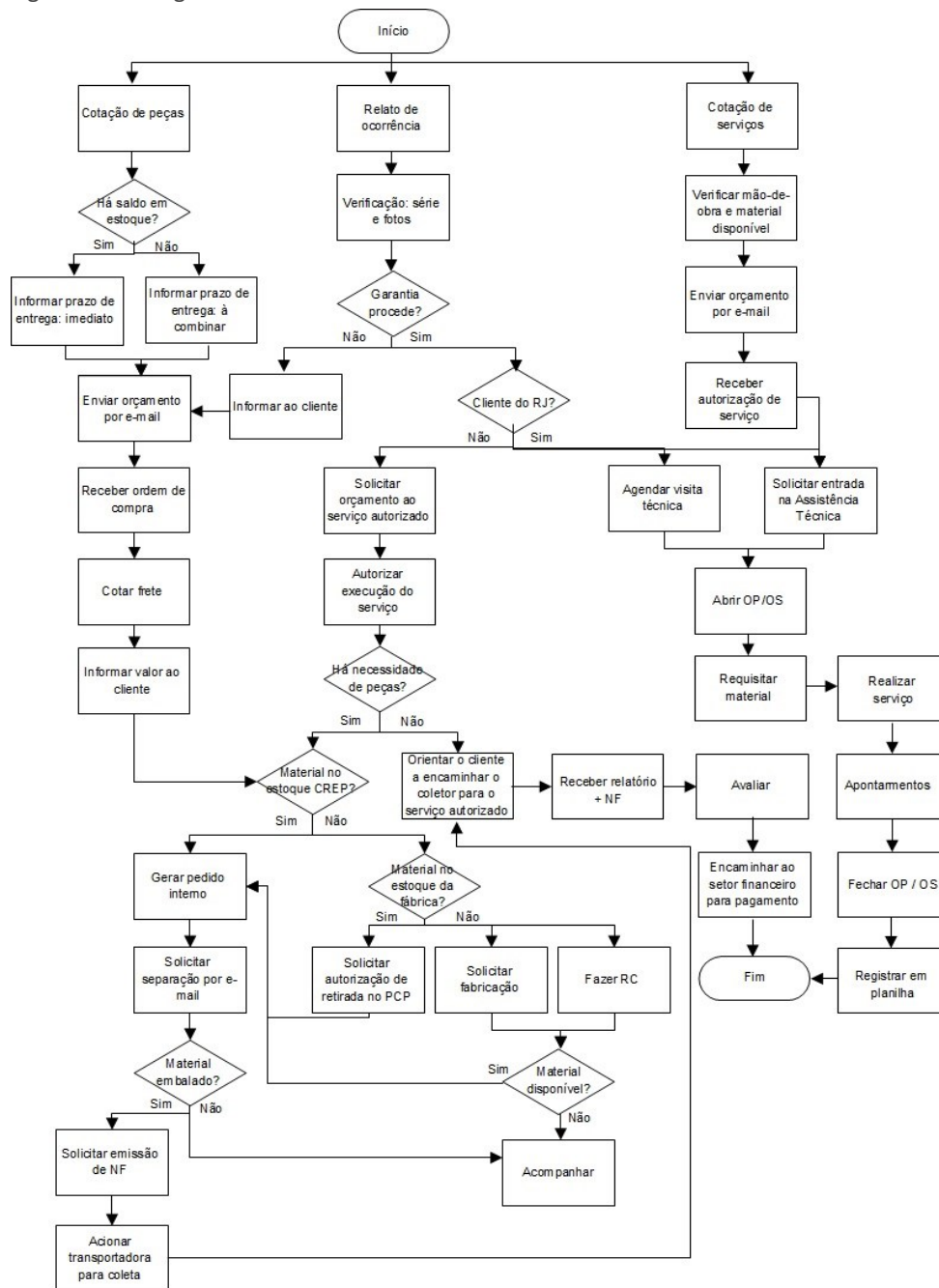
Mediante os cálculos das probabilidades dos eventos que compõem o sistema, é possível identificar as criticidades de cada evento básico multiplicando-se a probabilidade de ocorrência da causa básica pela probabilidade condicional de ocorrência do evento de topo, dado que a causa básica ocorreu.

## ESTUDO DE CASO

Na empresa estudada, o pós-venda deve atender a três solicitações: garantias, orçamentos de peças e orçamentos de serviços. O fluxograma do processo é apresentado na Figura 3.

A Garantia é concedida para o equipamento como um todo por um período de 6 meses após a Entrega Técnica executada por representante técnico da empresa. Esta entrega é importante para evitar possíveis erros decorrentes da falta de informação que podem comprometer o bom funcionamento do coletor. Mesmo sendo obrigação da empresa, algumas não são efetuadas devido a distância geográfica até o cliente ou a indisponibilidade momentânea de mão de obra. Prova disso é que 19% dos coletores de carga traseira vendidos em 2015 não receberam a devida Entrega. Vale informar que, em média, um coletor de carga traseira custa R\$ 95.000,00 e a Entrega Técnica está inclusa neste valor, bem como as revisões horárias, que servem para verificação do estado geral do equipamento e realização da troca do elemento de filtro do tanque hidráulico. As revisões também tiveram pouca efetividade, sendo realizadas em apenas 43% dos coletores que receberam as Entregas Técnicas em 2015. Isto se deve, provavelmente, ao fato do cliente não levar em consideração a importância das revisões, não parar o equipamento para intervenção durante o horário comercial ou não respeitar os prazos para solicitação indicados no contrato.

Figura 3 – Fluxograma do setor

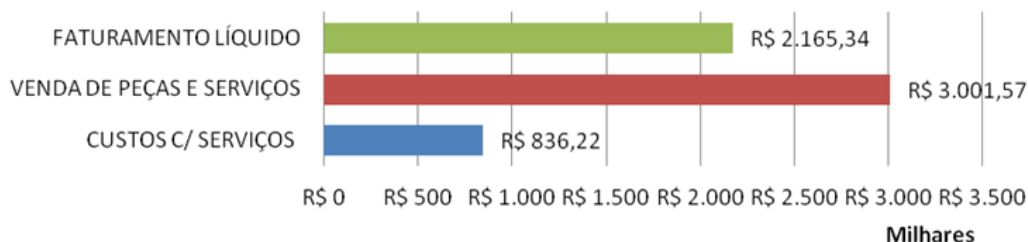


Fonte: Autoria própria (2016)

### INFORMAÇÕES SOBRE O SETOR

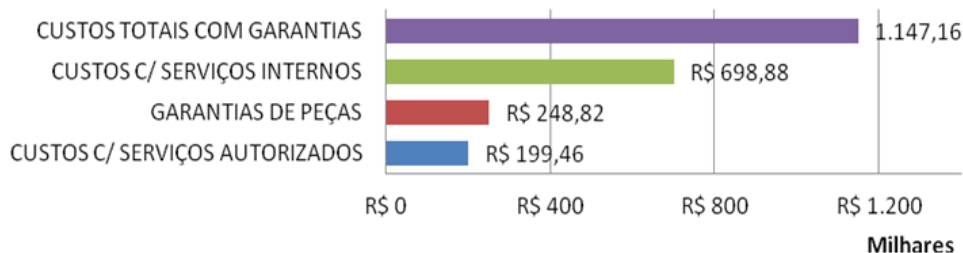
O faturamento líquido de venda de peças e serviços em 2015 totalizou R\$ 2.165.343,01, enquanto que os custos de garantia totalizaram R\$ 1.147.158,18. Portanto, o setor de pós-venda efetivamente lucrou apenas R\$ 1.018.184,83. Nos gráficos 1 e 2 estão discriminados estes levantamentos de custos financeiros. Porém, 89,20% destes custos são com garantias delimitadas aos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais e aos coletores de carga traseira. O gráfico 3 detalha os custos com estas garantias.

Gráfico 1 – Levantamento financeiro de vendas



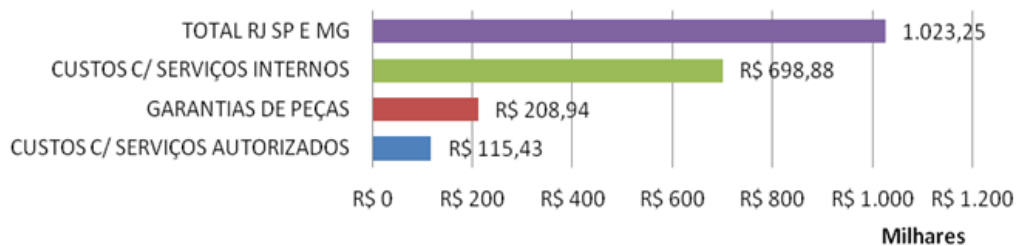
Fonte: Autoria própria (2016).

Gráfico 2 – Levantamento de custos de garantias gerais



Fonte: Autoria própria (2016).

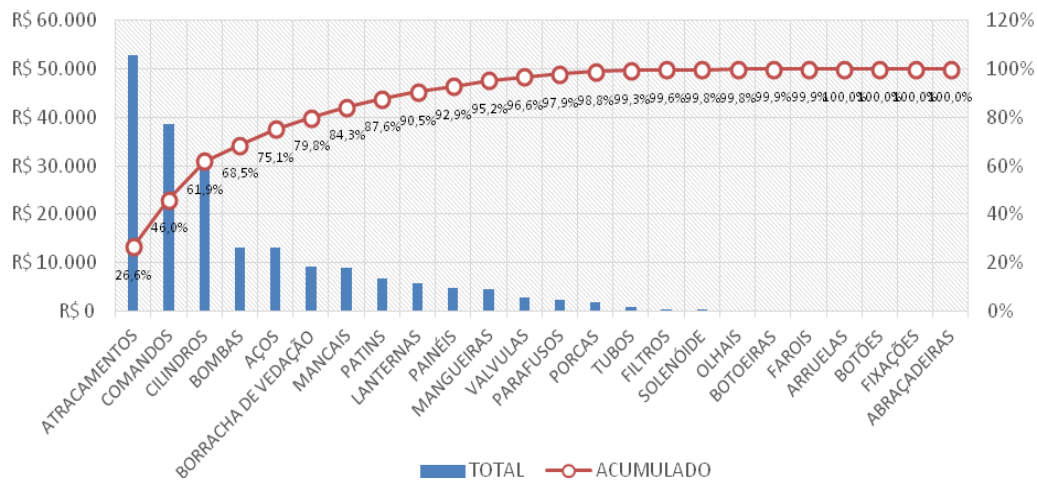
Gráfico 3 – Levantamento financeiro de garantias dos Estados delimitados pela pesquisa



Fonte: Autoria própria (2016).

Após consulta ao sistema gerencial da empresa, foi levantado um histórico de peças concedidas em garantia no ano de 2015, bem como das suas respectivas ocorrências e custos unitários, e criou-se um gráfico de Pareto, conforme Gráfico 4.

Gráfico 4 – Curva ABC de ocorrências



Fonte: Autoria própria (2016).

Entre os itens de categoria A (atracamentos, comandos, cilindros, aços, bombas e borrachas), os atracamentos, comandos e cilindros foram os componentes que mais afetaram financeiramente o setor de pós-venda, pois correspondem a 80% dos custos com peças concedidas.

O problema relacionado aos atracamentos foi de interferência entre o atracamento e o contêiner, fazendo com que o lixo não deslizasse para a bacia de carga. Os comandos apresentaram problemas de vazamentos diversos e travamento da haste. As ocorrências de cilindros foram de vazamentos diversos e passagem de ar interna. Já os aços foram afetados por trincas e corrosões. Problemas de vazamentos e desgaste prematuro do eixo foram vistos em bombas. Enquanto que o caso das borrachas foi devido à intervenção entre a borracha e a calha de vedação onde ela se fixava, o que acabava por perfurá-las. A Figura 4 mostra fotos das ocorrências principais.

Figura 4 – Principais ocorrências de 2015



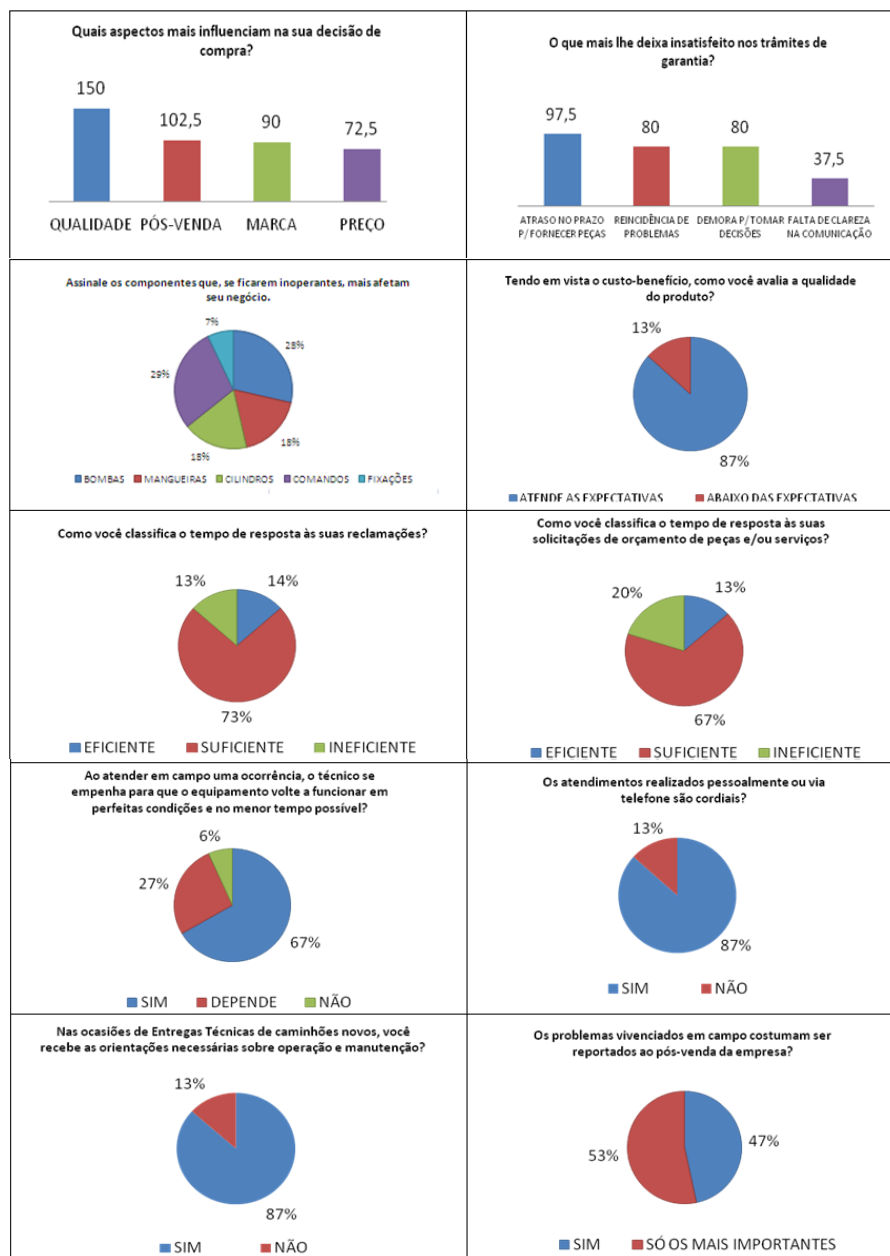
Fonte: USIMECA (2016)

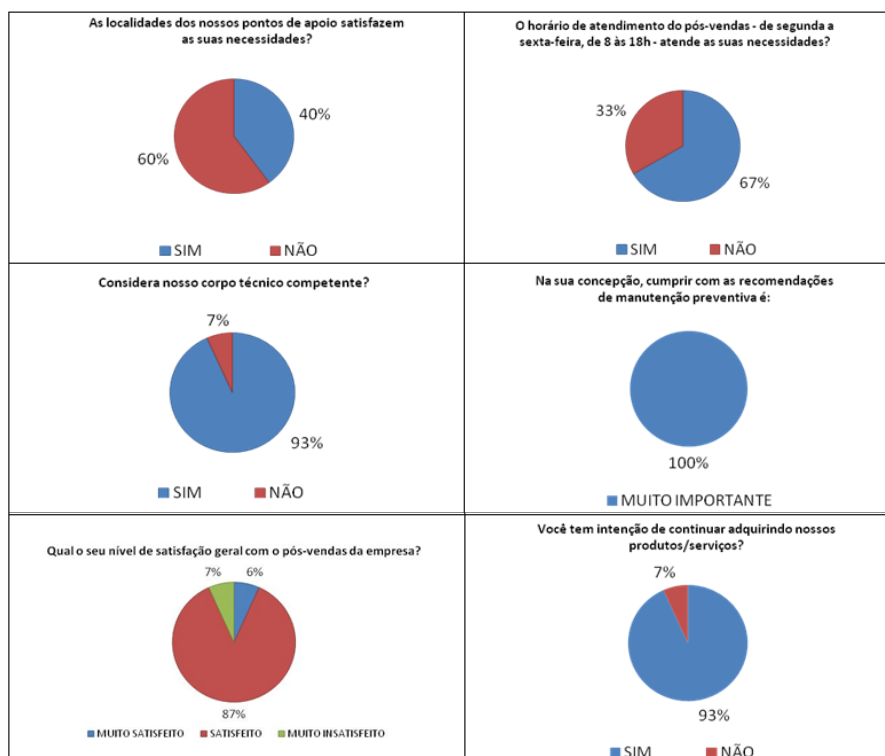
## RESULTADOS

### PESQUISA DE SATISFAÇÃO

15 clientes responderam à pesquisa de satisfação. Os resultados podem ser observados no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Feedback da pesquisa de satisfação





Fonte: Autoria própria (2016)

No geral, percebe-se que a empresa possui clientes fiéis e interessados em manter relação comercial aprazível e duradoura. Porém, a busca por melhorias deve ser contínua, o que torna a pesquisa de satisfação um processo cíclico.

Algumas observações merecem destaque, como o fato de 57% dos clientes demandarem uma maior quantidade de pontos de apoio para atendimento. Isto pode ser um sério problema considerando que o tempo de viagem para levar e buscar o coletor para atendimento interfere diretamente na disponibilidade do mesmo e, conseqüentemente, na renda obtida através dele.

53% dos clientes disseram que relatam à empresa apenas os problemas mais importantes. Isto não é o ideal, pois resulta em um banco de dados de pós-venda pouco confiável e que dificulta o processo de gestão.

O atraso no prazo para fornecer peças em garantia foi o que mais contribuiu para possíveis insatisfações do cliente. Afinal, ao contar com o recebimento de um material capaz de sanar determinado problema, o cliente planeja a parada do coletor de lixo e reprograma a sua produção. Se este prazo não é cumprido, ele se sente enganado e o problema persiste.

Outro ponto que cabe discutirmos é que 100% dos clientes afirmaram dar muita importância à manutenção preventiva dos equipamentos, porém, conforme foi relatado no decorrer deste estudo de caso, menos da metade deles realizou as revisões horárias recomendadas no Manual do Proprietário do equipamento, evidenciando a necessidade de alguma ação da empresa pesquisada de orientar melhor o cliente em relação a realização do plano de manutenção preventiva do equipamento.

Das perguntas abertas, selecionaram-se as respostas mais relevantes dos clientes. Estas estão copiadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Respostas discursivas da pesquisa

<p>No seu entendimento, quais são as vantagens e desvantagens do pós-venda desta empresa em relação aos dos concorrentes que você conhece?</p> <p>“Vantagens – se prontifica a resolver os problemas apresentados como “garantia”; corpo técnico qualificado; atendimento sempre disposto a buscar a solução do problema.</p> <p>Desvantagens – Custo elevado das peças; indisponibilidade das peças no estoque e no mercado externo, ocasionando um grande transtorno para nós. Além disso, apesar da disposição do atendimento, muitas vezes é necessário acionar a supervisão para solucionar o problema do veículo encaminhado para a assistência técnica de maneira mais rápida.” (Cliente 1)</p> <p>“Só tem vantagens. O pós-venda mostra que a empresa não está preocupada em só vender, mas continuar atendendo e solucionando os problemas. Assim continuam a vender sempre”. (Cliente 2)</p> <p>Descreva as suas necessidades de pós-venda:</p> <p>“Celeridade quando no retorno de algum questionamento; conhecimento técnico dos setores, peças em estoque, a fim de atender com rapidez a compra; pronto atendimento quando procuramos; flexibilidade para negociações de componentes.” (Cliente 3)</p> <p>“O pós-venda tem que ser ágil para os atendimentos.” (Cliente 4)</p>
<p>Que melhorias você gostaria de sugerir para os produtos e/ou serviços da área de pós-venda da empresa?</p> <p>“Melhorar o preço de peças de reposição e disponibilidade de itens para compra.” (Cliente 5)</p> <p>“Pesquisas de satisfação como esta. Desenvolver novos postos de atendimento comprometidos com a marca do seu produto conscientes de que o equipamento tem de funcionar. Pesquisas e desenvolvimento em novos produtos. Sistema de coletas inteligentes e a busca contínua pela automação, pois ainda a coleta é uma atividade de extremo risco.” (Cliente 6)</p>

Fonte: Autoria própria (2016)

### Confiabilidade e árvore de falhas

O cálculo de confiabilidade foi feito com enfoque nos itens de categoria A da curva ABC. Sabe-se que 328 coletores de carga traseira, localizados nos estados do RJ, SP e MG, estavam dentro do prazo de garantia no ano de 2015, a partir daí, foi possível calcular a quantidade total de componentes disponíveis. E a informação da operação mensal foi obtida através da pesquisa de satisfação. Além disso, como a análise ocorreu por todo o ano, os 12 meses foram considerados. A Tabela 1 aponta os dados obtidos.

Tabela 1 – Estimativa de Operação Total

Peças	Qtd total	Operação mensal	Meses avaliados	Nº de ocorrências	Operação total
Comandos	656	287,8	12	194	2265561,6
Cilindros	1640	287,8	12	52	5663904
Borrachas	328	287,8	12	41	1132780,8
Atracamentos	328	287,8	12	31	1132780,8
Aços	328	287,8	12	28	1132780,8
Bombas	328	287,8	12	15	1132780,8

Fonte: Autoria própria (2016)

A etapa de cálculo de confiabilidade foi fundamentada significativamente pelo software ProConf 2000, programa computacional projetado para o ajuste de amostras de tempos de falha e de reparo a distribuições de probabilidade conhecidas. Assumiu-se previamente que, se as distribuições de Weibull não fossem rejeitadas nos testes de significância, as demais não interessariam.

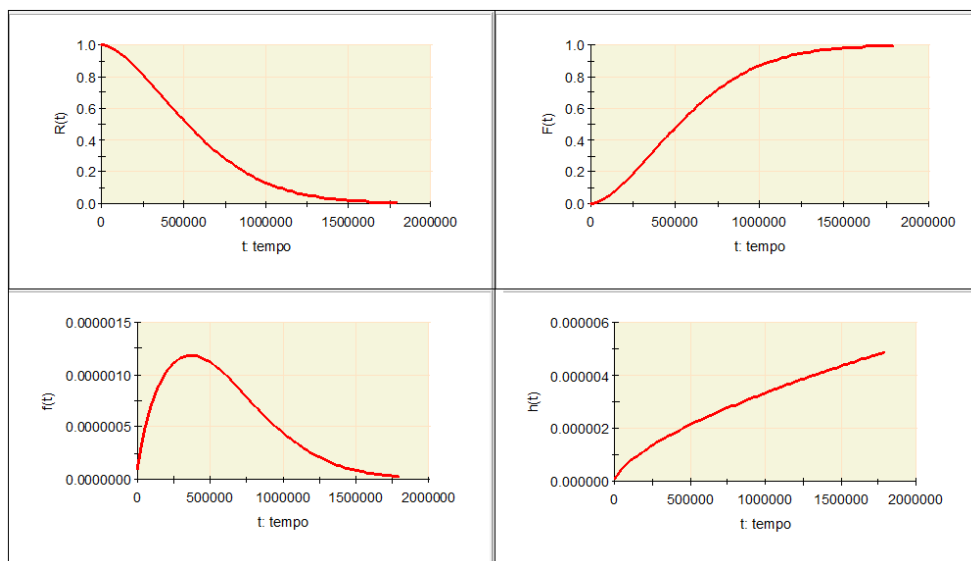
Organizaram-se os itens nos seguintes eventos básicos: defeitos de fabricação, erros de projeto e manutenção/operação imprudente. Estes são responsáveis diretos para os eventos de falhas. Para a elaboração da árvore de falha, do coletor, seguiu-se o procedimento:

- a) as interações na árvore de falhas são do tipo OU, uma vez que a ocorrência individual de qualquer um dos eventos resulta na falha do sistema, ou seja, falha no funcionamento do coletor;
- b) para obter os tempos entre as falhas e lançá-los no Proconf, foi necessário considerar que toda primeira ocorrência é igual ao MTFB calculado e a segunda é a soma do tempo e do MTBF e assim sucessivamente para os tempos das demais ocorrências;
- c) para avaliação da aderência da massa de dados aos modelos estatísticos foi utilizado o teste *qui-quadrado*. A hipótese de a população seguir o modelo Weibull não pode ser rejeitada, confirmando a aderência desta distribuição e sua validade para o projeto. Apenas os itens Comandos foram rejeitados no teste e não foram aderentes a nenhuma outra distribuição. Contudo, a análise gráfica indica que a distribuição Weibull, mesmo assim, é a que melhor explica seus comportamentos.

As curvas de confiabilidade, densidade acumulada de falhas, densidade de probabilidade e taxa de falhas para os itens podem ser observadas nos Gráficos 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

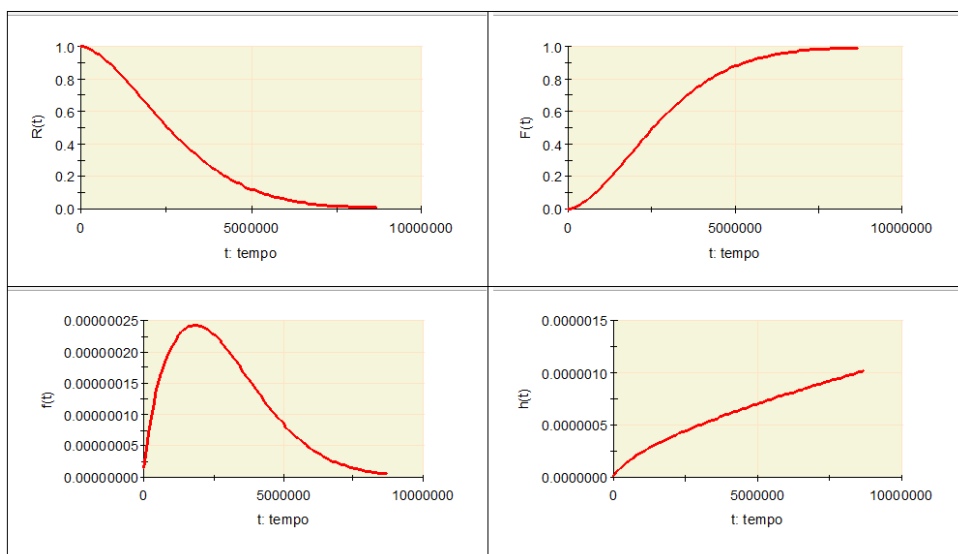


Gráfico 6 – Comportamento dos Comandos



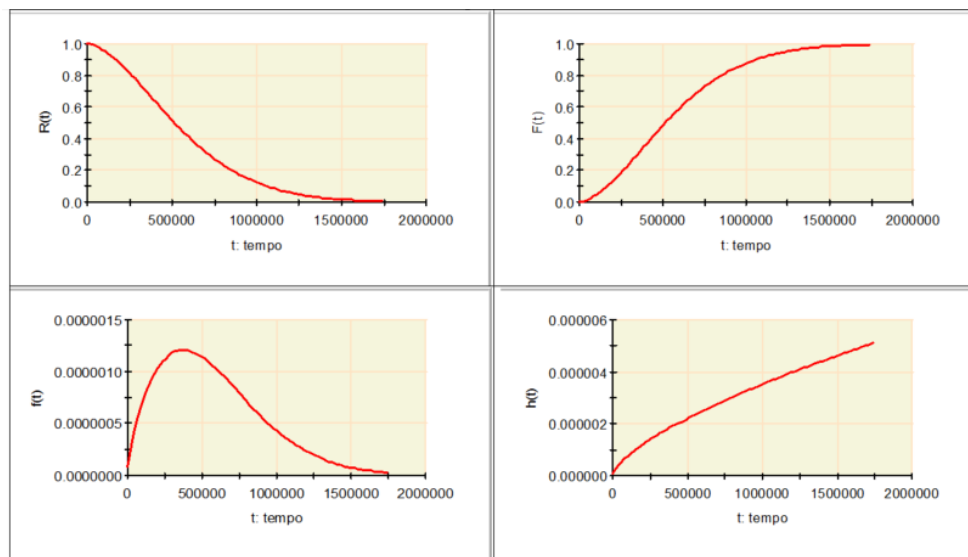
Fonte: ProConf (2000).

Gráfico 7 – Comportamento dos Cilindros



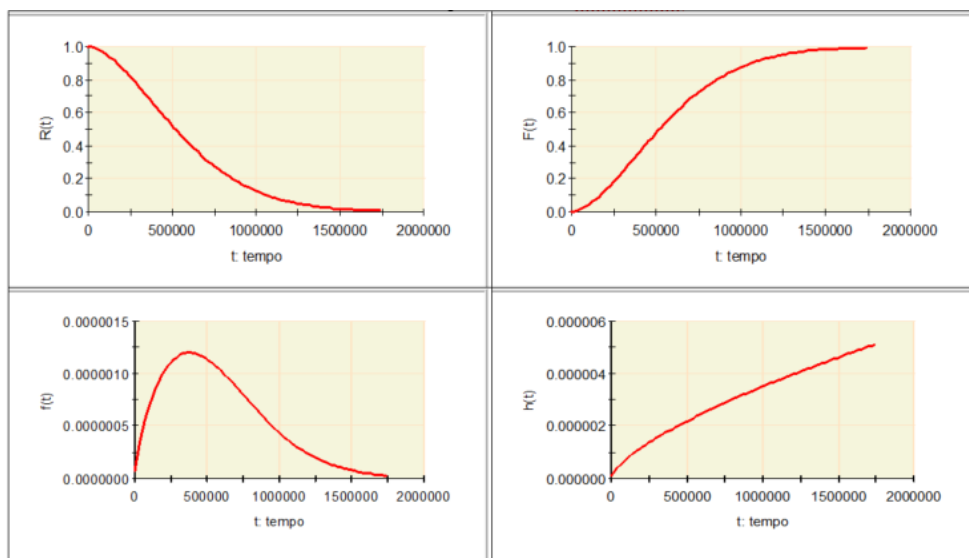
Fonte: ProConf (2000).

Gráfico 8 – Comportamento das Borrachas



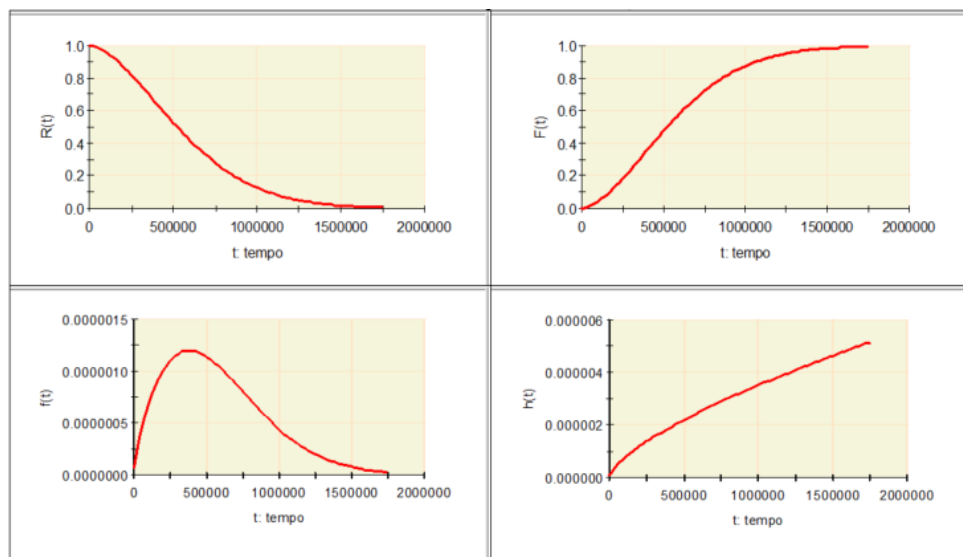
Fonte: ProConf (2000).

Gráfico 9 – Comportamento dos Atracamentos



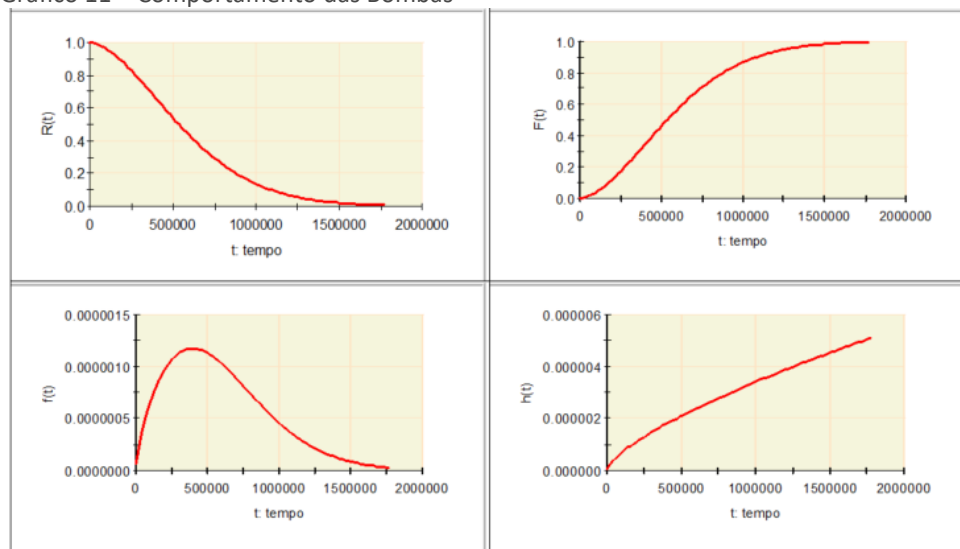
Fonte: ProConf (2000).

Gráfico 10 – Comportamento dos Aços



Fonte: ProConf (2000).

Gráfico 11 – Comportamento das Bombas



Fonte: ProConf (2000).

De acordo com o ProConf, os comandos têm confiabilidade de 8%, então a probabilidade de falha deste item corresponde a 92%, valor muito abaixo do ideal. Os comandos são fundamentais para a operação do coletor de lixo. São eles que direcionam o fluxo de óleo hidráulico para os diversos atuadores, o que possibilita levar a energia hidráulica gerada na bomba hidráulica até eles.

O mesmo cálculo de probabilidade de falhas foi efetuado para os demais itens, baseado nas confiabilidades individuais extraídas do ProConf. A probabilidade de falhas dos eventos básicos, necessários para elaboração da árvore de falhas, foi calculada de maneira qualitativa, devido ao fato de não haver

registros internos sobre tais dados. Maiores detalhes dos cálculos podem ser verificados na Tabela 2.

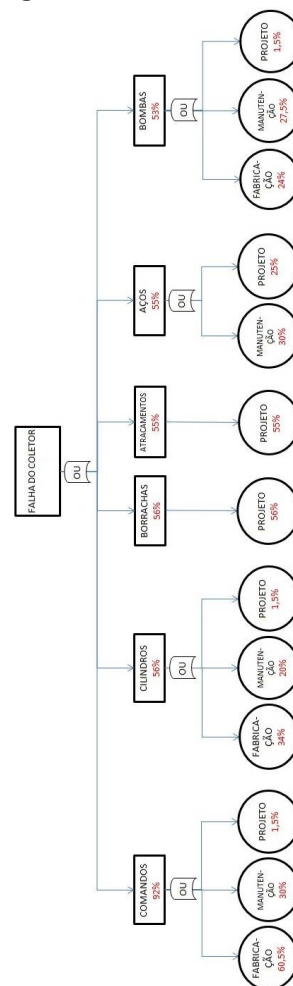
Mediante estes dados, construiu-se a Árvore de Falhas, exposta na Figura 05. A probabilidade de falhas do evento de topo não foi calculada porque a árvore demandaria ramos mais detalhados para que a confiabilidade sistêmica do coletor fosse devidamente diluída pelos eventos de falha. O que também inviabilizou o cálculo foi o fato dos tempos lançados no Proconf precisarem ser baseados no MTBF da função Exponencial ao invés da Weibull, afinal, é muito difícil obter registros precisos dos tempos de falhas de diversos componentes cujas datas de início e término das garantias variam, principalmente sem o apoio de uma tecnologia capaz de auxiliar nisso, como o software de Gestão de Relacionamento com o Cliente (*Customer Relationship Management - CRM*).

Tabela 2 – Indicadores de Confiabilidade

Peças	MTBF	$\lambda$	R (6 MESES)	Probab de falha	MTTF
Comandos	11678,15	0,00000628	8,00%	92,00%	628276,05
Cilindros	108921,23	0,000000752	44,00%	56,00%	3059900,00
Borrachas	27628,80	0,00000328	44,00%	56,00%	613994,31
Atracamentos	36541,32	0,00000381	45,00%	55,00%	676449,91
Aços	40456,46	0,0000038	45,00%	55,00%	619124,71
Bombas	75518,72	0,00000372	47,00%	53,00%	635521,80

Fonte: Proconf (2000)

Figura 5 – Árvore de falhas



Fonte: Autoria própria (2016)

O próximo passo foi calcular a criticidade individual a fim de identificar o erro crucial para o elevado custo com garantias, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo das criticidades

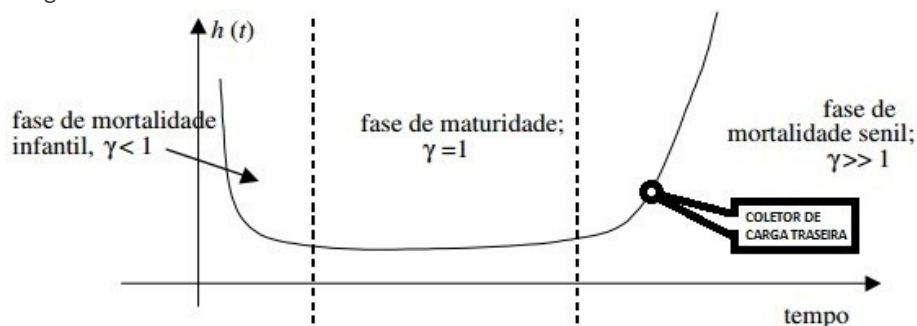
Falha	Probab condicional do sistema	Probab de falha	Criticidade
Comandos (fabricação)	0,984	0,605	<b>0,59532</b>
Borrachas (projeto)	0,917	0,56	0,51352
Atracamentos (projeto)	0,9158	0,55	0,50369
Cilindros (fabricação)	0,986	0,39	0,38454
Aços (manutenção)	0,9789	0,3	0,29367
Comandos (manutenção)	0,968	0,3	0,2904
Bombas (manutenção)	0,977	0,275	0,268675
Aços (projeto)	0,9747	0,25	0,243675
Bombas (fabricação)	0,9747	0,24	0,233928
Cilindro (manutenção)	0,966	0,155	0,14973
Bombas (projeto)	0,955	0,015	0,014325
Cilindros (projeto)	0,955	0,015	0,014325
Comandos (projeto)	0,954	0,015	0,01431

Fonte: Autoria própria (2016)

Constatou-se que os erros na fabricação dos comandos tiveram o maior índice de criticidade, com aproximadamente 59,5%. Isso evidencia maior necessidade de atenção no processo de fabricação dos mesmos, pois possuem impacto direto na confiabilidade do coletor de lixo como um todo.

O parâmetro de forma para todos os itens analisados foi superior a 1, portanto, podemos generalizar que os coletores de carga traseira que apresentaram defeitos dentro do prazo de garantia no ano de 2015 se encontravam na fase de mortalidade senil. A posição na curva da banheira é estimada na Figura 6.

Figura 6 – Posicionamento da Taxa de Falha do Coletor na curva da banheira



Fonte: Autoria própria (2016)

Estes coletores apresentaram taxas de falha crescentes em um período de vida muito curto, o que implicou em custos elevados de garantias no ano de 2015.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidenciou-se a viabilidade da utilização da árvore de falhas ao problema estudado, traduzindo bem o impacto que as falhas causam no sistema como um todo e nos custos de garantia da empresa em 2015.

De modo geral, a pesquisa atingiu seus objetivos, pois além de atualizar a empresa quanto ao estado de satisfação de seus clientes e calcular a confiabilidade

do seu produto final, ela forneceu subsídios para que a empresa realmente reconsidere suas prioridades e consiga alcançar um nível de excelência que vai além da marca.

Diante dos resultados, é fundamental um trabalho de renegociação ou inclusão de parâmetros de confiabilidade junto aos principais fornecedores de comandos hidráulicos, pois o ideal é que estes componentes funcionem com baixas taxas de falha durante toda a sua vida útil. Também deve ser solicitada aos fornecedores a revisão dos procedimentos de montagem e manufatura. Em paralelo, é importante apoiar e disseminar a cultura para os serviços preventivos, pois se o cliente não possuir estoque de segurança de comandos, em caso de inoperância, o fluxo de caixa do seu negócio será afetado. Além do mais, o custo de peças de reposição de um coletor de lixo tem um impacto no custo total muito menor que o custo de mão de obra dos operadores obsoletos devido a quebra dos seus instrumentos de trabalhos e dos custos de amortização de outros veículos que são reservados para a substituição dos parados em manutenção, e principalmente do lucro cessante da operação.

Não se deve desconsiderar que o projeto de borrachas e atracamentos também tiveram índices de criticidade muito altos, o que faz deles pontos fracos dos coletores de lixo e revela a necessidade de melhorias em projetos do setor de Engenharia de Produto da empresa. Os eventos de falhas devem ser entendidos e utilizados como fonte e acompanhamento do comportamento dos componentes, conjuntos e subconjuntos do produto oferecido ao cliente. Para isso, propõe-se a adoção da técnica de Análise do Modo e Efeito de Falha (*Failure mode and effects analysis* - FMEA) que permite a análise minuciosa do produto final e dos seus componentes, antecipando-se às falhas potenciais e realizando a recomendação de ações corretivas antes que de fato estas falhas ocorram e levem a crises futuras.

Os clientes se mostraram satisfeitos com o pós-venda da empresa, o que indica que o setor tem conseguido cumprir com a sua missão mesmo diante de tantas ocorrências. Prova disso é que o tempo de resposta às reclamações e o empenho técnico em manter o equipamento disponível foram bem avaliados. Mas a empresa não deve utilizar o desempenho positivo do setor para se eximir da responsabilidade pelos erros cometidos e da necessidade de melhoria contínua dos seus processos de fabricação, engenharia e de suprimentos. Caso contrário, o pós-venda se limita a apenas corrigir falhas em campo, comprometendo seu potencial de contribuição em atividades estratégicas voltadas para a fidelização dos clientes e de planejamento das atividades de base do setor.

Apesar de a qualidade do produto atender às expectativas dos clientes, estatisticamente se comprovou deficiência neste quesito. Esta diferença provavelmente se deve às baixas expectativas dos clientes no momento da compra de um coletor novo, devido a se tratar de um item complexo que não recebe a devida manutenção ou devido à qualidade dos coletores fornecidos pela concorrência ser ainda pior.

Como as confiabilidades encontradas foram muito baixas, entende-se que após o período de garantia, diversas falhas continuarão a acontecer, tendo o cliente que arcar com os custos não apenas da indisponibilidade do coletor como também das peças a serem trocadas e dos serviços a serem efetuados, uma vez que a empresa não terá mais obrigação contratual de atendê-lo em garantia. Esta realidade é, no mínimo, desconfortável.

Faz-se necessário um estudo para medição dos parâmetros de falha para ajuste de valores na Árvore de Falhas e recálculo das criticidades de componentes. Afinal, concretizando-se as melhorias às causas críticas, a probabilidade de falha sistêmica se reduz, demandando a quantificação dessas melhorias e a construção de novos planos adequados à situação mais atual. Desta forma, a empresa se tornará mais competitiva em seu segmento no quesito confiabilidade.

Uma alta confiabilidade implica em uma alta qualidade. Portanto, é preciso focar na confiabilidade para atender ao quesito mais influente na decisão de compra dos clientes: a qualidade. Em segundo lugar ficou o amparo do pós-venda. Este resultado reitera a importância de ambos, qualidade e pós-venda, trabalharem em sintonia, sem que haja sobrecarga de apenas um lado.

## A case study in the after sales sector: analysis of urban cleaning equipment reliability and costumers satisfaction

### ABSTRACT

This research work presents some basic concepts of reliability engineering, including the application of a Fault Tree in the After Sales Department of an urban cleaning equipment manufacturer. The goal is to verify if the performance of the department is adequate with the customer satisfaction level and compare this information with the results obtained in the study of reliability. The development was mainly made up of two actions: satisfaction survey focused on the after sales case and technical data collection, such as the number of pieces granted as warranty and the total costs involved in this process. It was concluded that the hydraulic commands manufacturing must be monitored more closely and improved until the item reaches the desired reliability, because currently it is in a worrying degree. The mathematical and graphical analysis of the data generated consistent material to support decision-making and resulted in the outstanding of the reliability among the other dimensions of quality. Thereby, it was made scientific recommendations to the researched company in order to maintain and leverage its success or to continue being indifferent to the imminent risks of a market loss and defamations damaging to the brand.

**KEYWORDS:** After sales. Reliability. Satisfaction. Quality. Warranty.



## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, K; ZEMKE, R. **Serviço ao cliente: reinvenção da gestão do atendimento ao cliente**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

ALVES, A; DUTRA, K. Como a satisfação dos clientes pode aumentar as vendas. **Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery**, v.6, n.6, p. 1-29, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5462**. Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

COHEN, M.; AGRAWAL, N.; AGRAWAL, V. Winning in the aftermarket. **Harvard Business Review**, v. 84, n. 5, p. 129-138, 2006.

DUEK, C. **Análise de confiabilidade na manutenção de componente mecânico de aviação**. Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSM. Santa Maria, 2005.

EEA core set of indicators — Guide, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005. Disponível em: <[http://www.eea.europa.eu/publications/technical\\_report\\_2005\\_1](http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2005_1)>. Acesso em: 02/09/2015.

FOGLIATTO, F.; RIBEIRO, J.L. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

HOFFMAN, K. D.; BATESON, J. **Princípios de marketing de serviços: conceitos, estratégias e casos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LOVELOCK, C; WRIGHT, L. **Serviços: marketing e gestão**. São Paulo: Saraiva, 2001.

MARQUES, F. **Guia prático de excelência em serviços: como conquistar clientes, aumentar os lucros e viver melhor**. São Paulo: Nobel, 2006.

PALLEROSI, C. A. **Confiabilidade: a quarta dimensão da Qualidade**. 1ª. Ed, Reliasoft Brasil, 2000.

SAKURADA, E. Y. **As técnicas de análise dos modos de falhas e seus efeitos e análise da Árvore de falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos.** Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica, UFSC. Florianópolis, 2001.

SANTOS, G. T. **Modelo de confiabilidade associando dados de garantia e pós-garantia a três comportamentos de falhas.** Tese de doutorado, Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRGS. Porto Alegre, 2008.

SANTOS, W. G. **O marketing de relacionamento para os formadores de opinião: análise e validação de um modelo teórico.** Dissertação de Mestrado em Administração. Pedro Leopoldo: Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo, 2011.

SELLITTO, M. Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. **Produção**, Porto Alegre, v.15, n.1, p.44-59, 2005. **crossref**

SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; ARAÚJO, D. Manutenção centrada em confiabilidade: Aplicando uma abordagem quantitativa. **XXII ENEGEP**, Curitiba, 2002.

SILVA, A.; ANZANELLO, M.; SANTOS, W. **Análise de confiabilidade para a redução do índice de refugo em um processo de calandragem.** Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia de Produção, UFRGS. Porto Alegre, 2012.

SILVEIRA, HENRIQUE. SWOT. IN: Inteligência Organizacional e Competitiva. Org. Kira Tarapanoff. Brasília. Ed. UNB, 2001.

SOUZA, R. K. S. **Provisão de custos de garantia anual baseado em análise de confiabilidade de máquinas agrícolas.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia de Produção, UFRGS. Porto Alegre, 2009.

USIMECA. Disponível em: <<http://www.usimeca.com.br/>> Acesso em: 21 de abril de 2016

**Recebido:** 16 jan. 2017

**Aprovado:** 12 set. 2017

**DOI:** 10.3895/gi.v13n2.5315

**Como citar:**

MENEZES, J. S.; MONTEIRO JÚNIOR, A. S. Um estudo de caso no setor de pós-venda: análise da confiabilidade de coletores de lixo e da satisfação dos clientes. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 76-102, jun./ago. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rgi>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Jéssica da Silva Menezes

Estrada de Adrianópolis, 1317, Santa Rita, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

