

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 2

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



**Atena**  
Editora

Ano 2018

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 2

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M149e Machado, Marcos William Kaspchak  
A engenharia de produção na contemporaneidade 2 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 2)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-85107-98-7  
DOI 10.22533/at.ed.987180912

1. Engenharia de produção. 2. Gestão de qualidade. I. Título.  
CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume II apresenta, em seus 27 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de gestão da qualidade, conhecimento e inovação.

As áreas temáticas de gestão da qualidade, conhecimento e inovação, tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

A gestão da qualidade e inovação estão intimamente ligadas. Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam inovar e gerenciar conhecimentos, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e focada no desenvolvimento sustentável.

Este volume dedicado à gestão da qualidade, conhecimento e inovação, traz artigos que tratam de temas emergentes sobre o papel da gestão e aplicação de ferramentas da qualidade, gestão do conhecimento e informação, inovação e desenvolvimentos de novos produtos.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

### GESTÃO DA QUALIDADE, CONHECIMENTO E INOVAÇÃO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
FATORES E TÉCNICAS DO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE E NA PRODUTIVIDADE	
<i>Pedro Thomé</i>	
<i>Taciana Altemari Vaz</i>	
<i>Andréa Machado Groff</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
FATORES E TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE DE GRÃOS DE TRIGO	
<i>Karla Hikari Akutagawa</i>	
<i>Régis Eduardo Moreira</i>	
<i>Aylanna Alves da Silva</i>	
<i>Andréa Machado Groff</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
A MELHORIA EM PROCESSO PRODUTIVO COM A UTILIZAÇÃO DE UM DISPOSITIVO SEMIAUTOMATIZADO DE DOSAGEM E COM A ELIMINAÇÃO DE PERDA	
<i>Mario Fernando Mello</i>	
<i>Rafael Oliveira Pereira</i>	
<i>José Antônio Chiodi</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES ACERCA DA QUALIDADE DAS ACOPLAGENS FABRICADAS POR UMA INDÚSTRIA DE SIDECAR ATRAVÉS DA METODOLOGIA NET PROMOTER SCORE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO	
<i>Juan Pablo Silva Moreira</i>	
<i>Felipe Frederico Oliveira Silva</i>	
<i>Paulo Henrique Fernandes Caixeta</i>	
<i>Henrique Pereira Leonel</i>	
<i>Vítor Augusto Reis Machado</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
METODOLOGIA DE ANÁLISE DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS APLICADA A UMA MICROEMPRESA DO SETOR DE IMIGRAÇÃO	
<i>Ingrid Costa Dias</i>	
<i>Fernando Oliveira de Araujo</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>70</b>
ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NUMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES DO ESTADO DO CEARÁ	
<i>Sandro Ítalo de Oliveira</i>	

**CAPÍTULO 7 ..... 79**

ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DAS CERTIFICAÇÕES DO SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA (SGI) À LUZ DA ISO 9001: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

*Juan Pablo Silva Moreira*  
*Henrique Pereira Leonel*  
*Vítor Augusto Reis Machado*  
*Célio Adriano Lopes*

**DOI 10.22533/at.ed.9871809127**

**CAPÍTULO 8 ..... 92**

IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 9S NOS LABORATÓRIOS DE USINAGEM, FUNDIÇÃO E SOLDAGEM EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

*Alex Sander Chaves da Silva*  
*Rodrigo de Paula Fonseca*  
*Tiago Dela Savia*  
*Frederico Ozanan Neves*

**DOI 10.22533/at.ed.9871809128**

**CAPÍTULO 9 ..... 105**

IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA 5S EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL MECÂNICO NA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

*Tiago Sinigaglia*  
*Cristiano Ziegler*  
*Tânia Regina Seiboth*  
*Vanessa de Conto*  
*Claudia Aline de Souza Ramser*  
*Daniel beckert Espíndola*  
*Nádyá Regina Bilibio Antonello*

**DOI 10.22533/at.ed.9871809129**

**CAPÍTULO 10 ..... 116**

PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 5S NO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PROCESSOS

*Sirnei César Kach*  
*Raquel Sassaro Veiga*  
*Reinaldo José Oliveira*  
*Thainá Regina Przibilowicz Kach*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091210**

**CAPÍTULO 11 ..... 126**

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA MICROEMPRESA DO RAMO CALÇADISTA

*Deborah Oliveira Candeias*  
*Gabriella Santana Pinto*  
*Fernanda Guimaraes e Silva*  
*Alessandra Lopes Carvalho*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091211**

**CAPÍTULO 12 ..... 138**

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE COMO SUPORTE PARA MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA PRANCHA Y

*Karoline Yoshiko Gonçalves*  
*Nayara Caroline da Silva Block*  
*Ademir Júnior Vedovato*  
*Jorge Augusto dos Santos Vaz*  
*Claudilaine Caldas de Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091212**

**CAPÍTULO 13 ..... 150**

ANÁLISE DE CONFIABILIDADE ESTATÍSTICA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE O PERÍODO DE GARANTIA NUMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

*Amanda dos Santos Mendes*  
*Eliane da Silva Christo*  
*Bruno Barbosa Rossetti*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091213**

**CAPÍTULO 14 ..... 159**

MODELO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO (MEG): APLICAÇÃO NUMA EMPRESA DO SETOR DE ALIMENTOS

*Maria de Lourdes Barreto Gomes*  
*Joao Carlos Lima Moraes*  
*Natália Gomes Lúcio Cavalcante*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091214**

**CAPÍTULO 15 ..... 173**

AS FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS PARA O APOIO DOS PROCESSOS DA GESTÃO DO CONHECIMENTO NA INDÚSTRIA DE SOFTWARE: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA E BIBLIOGRÁFICA

*Gisele Caroline Urbano Lourenço*  
*Mariana Oliveira*  
*Nelson Tenório*  
*Rejane Sartori*  
*Rafaela de Campos Benatti Gonçalves*  
*Lúcio Rogério Lázaro Gomes*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091215**

**CAPÍTULO 16 ..... 187**

A IMPORTÂNCIA DOS NÚCLEOS DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE NA GESTÃO DO CONHECIMENTO DA REDE PETROGÁS DE SERGIPE

*João Marcos dos Santos*  
*Elias da Silva Lima Jr*  
*Antônio Jorge Vasconcellos Garcia*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091216**

**CAPÍTULO 17 ..... 197**

ESTUDO DE CASO DE MINERAÇÃO DE DADOS PARA ANÁLISE DE BANCOS DE DADOS EMPRESARIAIS

*Vinicius Tasca Faria*  
*Alexandre Acácio de Andrade*  
*Júlio Francisco Blumetti Facó*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091217**

**CAPÍTULO 18 ..... 208**

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS COMO PILARES PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ORGANIZAÇÕES: ESTUDO EM UMA FUNDIÇÃO DE ALUMÍNIO SOB PRESSÃO.

*Marcos de Oliveira Morais*  
*Antônio Sérgio Brejão*  
*Celso Affonso Couto*  
*Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091218**

**CAPÍTULO 19 ..... 219**

APLICAÇÃO DA FMEA NO SUBPROCESSO DE COLETA DE DOCUMENTOS DE PATENTE PARA INTELIGÊNCIA TECNOLÓGICA

*Nayara Cristini Bessi*  
*Fernando Jose Gomez Paredes*  
*Roniberto Morato do Amaral*  
*Pedro Carlos Oprime*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091219**

**CAPÍTULO 20 ..... 232**

DESENVOLVIMENTOS RECENTES SOBRE PARQUES TECNOLÓGICOS: UMA ANÁLISE DO PERÍODO DE 1975 ATÉ 2015

*Adail José de Sousa*  
*Fábio Chaves Nobre*  
*Wellington Roberto Schmidt*  
*Christiano França da Cunha*  
*José Francisco Calil*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091220**

**CAPÍTULO 21 ..... 246**

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE ILUMINAÇÃO

*Carlos Alberto Silva de Miranda*  
*Sergio Luiz Araujo Viera*  
*Anna Paula Coelho Belem*  
*Lucas Freitas Viana*  
*Nayara Goncalves Dantas Gomes*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091221**

**CAPÍTULO 22 ..... 258**

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UMA PALMILHA COM SISTEMA DE AQUECIMENTO ELÉTRICO

*Amanda Regina Kretschmer*

*Eva Raquel Neukamp*

*Loana Wollmann Taborda*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091222**

**CAPÍTULO 23 ..... 273**

APROVEITAMENTO DO PERMEADO DA ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE PARA A PRODUÇÃO DE BEBIDA FUNCIONAL, ADICIONADA DE CORANTES NATURAIS EXTRÍDOS DO AÇAÍ (*EUTERPE OLERACEA MART.*)

*Rachel Campos Sabioni*

*Edimar Aparecida Filomeno Fontes*

*Paulo Cesar Stringheta*

*Patrícia Silva Vidal*

*Mariana dos Reis Carvalho*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091223**

**CAPÍTULO 24 ..... 283**

SISTEMA MECANIZADO DE PROCESSAMENTO PÓS-COLHEITA DE GUARANÁ: NOVA TECNOLOGIA PARA O AGRONEGÓCIO E A AGRICULTURA FAMILIAR

*Lucio Pereira Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091224**

**CAPÍTULO 25 ..... 294**

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE PROTEÍNAS NATURAIS

*Gabriel Borges Guimarães*

*Victor Miranda de Almeida*

*Alexandre Reis de Azevedo*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091225**

**CAPÍTULO 26 ..... 308**

ESTUDO COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DE BIOPLÁSTICOS PRODUZIDOS A PARTIR DE POLVILHO DOCE COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE AMIDO EM MICRO-ONDAS

*Carolina Chaves Fernandes*

*Victor Miranda de Almeida*

*Alexandre Reis de Azevedo*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091226**

**CAPÍTULO 27 ..... 318**

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E PROJETO INFORMACIONAL DO DUAL CASE: UM PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO ESTOJO PARA ÓCULOS

*Adriana Georgia Borges Soares*

*Daniela Cristina de Sousa Silva*

*Társila Cavalcante Bezerra*

*Samira Yusef Araújo de Falani Bezerra*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091227**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 330**

## ANÁLISE DE CONFIABILIDADE ESTATÍSTICA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE O PERÍODO DE GARANTIA NUMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

### **Amanda dos Santos Mendes**

Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Volta Redonda-RJ

### **Eliane da Silva Christo**

Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Volta Redonda-RJ

### **Bruno Barbosa Rossetti**

Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Volta Redonda-RJ

**RESUMO:** Atualmente a qualidade é um fator fundamental para qualquer empresa, pois esta busca sempre satisfazer as necessidades e desejos dos clientes, visto que um produto de qualidade é um produto competitivo. O trabalho tem como objetivo analisar falhas ocorridas no mecanismo de vidro elétrico de automóveis durante o prazo de garantia concedido pelas concessionárias da rede. No estudo é feito primeiramente, uma constatação da importância do problema através do controle estatístico da qualidade. E, posteriormente, são feitos testes estatísticos para estimar os parâmetros da distribuição de confiabilidade que mais se ajustam aos dados de falhas. A análise possibilitou modelar o comportamento probabilístico do problema em relação ao tempo

de rodagem dos veículos e auxiliou na tomada de decisão quanto ao período de garantia de menor custo de reparo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Confiabilidade Estatística; Controle Estatístico da Qualidade; Métodos de Apoio à Decisão

**ABSTRACT:** Nowadays quality is a fundamental factor for any company, since this search always satisfies the needs and desires of the customers, since a quality product is a competitive product. The objective of this study is to analyze faults in the electric glass mechanism of automobiles during the warranty period granted by the network concessionaires. In the study is made first, a finding of the importance of the problem through the statistical control of quality. And, later, statistical tests are performed to estimate the parameters of the reliability distribution that best fit the failure data. The analysis made it possible to model the probabilistic behavior of the problem in relation to the time of taxiing of the vehicles and assisted in the decision making regarding the period of guarantee of lower cost of repair.

**KEYWORDS:** Statistical Reliability; Statistical Quality Control; Methods of Decision Support

## 1 | INTRODUÇÃO

A qualidade deve ser vista pela empresa como um ponto importante para o seu desenvolvimento, produtoras de algum bem ou prestadora de serviço, pois os consumidores estão sendo atraídos cada vez mais por produtos que tenham diferencial no mercado e esse diferencial só é conquistado através de uma boa política de qualidade (GONÇALVES et al ., 2012).

De acordo com Lafraia (2001) confiabilidade é uma avaliação que demonstra o quanto determinado componente pode funcionar dentro de seus limites sem que ocorra falha dentro do período estabelecido nas condições ambientais normais, procurando sempre atingir um bom desempenho.

Segundo (Fogliatto e Ribeiro, 2009) os conceitos de qualidade e confiabilidade são frequentemente confundidos. A principal diferença entre eles está no fato de que a confiabilidade incorpora a passagem do tempo o que não ocorre com a qualidade que está ligada a descrição estática de um item.

Qualidade e confiabilidade se inter-relacionam em um projeto, a qualidade busca projetar produtos que atendam as necessidades dos clientes em termos de tempo , desempenho e custo além de estar sempre buscando a redução de variabilidade no processo , as ações para melhorar essa variabilidade elevam a confiabilidade do produto, para tal feito deve se buscar as fontes de variabilidade e as falhas associadas a cada estagio do processo e ciclo do produto (FOGLIATTO e RIBEIRO , 2009).

O presente trabalho busca inter-relacionar as ferramentas de qualidade e confiabilidade para analisar dados extraídos de uma rede de concessionarias a respeito de falhas apresentadas no mecanismo de funcionamento dos vidros elétricos automotivos durante o período de garantia oferecido ao cliente. O objetivo principal é modelar o comportamento probabilístico do problema com testes de hipóteses e estimativas em relação a rodagem dos veículos e os custos relacionados aos reparos.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Identificação do problema

O problema se trata dos tipos de defeitos ocorridos no setor automobilístico, mais precisamente na área de produção, em um mecanismo para levantar o vidro e mantê-lo alinhado que utiliza de uma engrenagem helicoidal principal com sistema de cabos e polias que funcionam através de um motor elétrico.

Tal estudo se deve ao elevado número de defeitos ocorridos no mecanismo de vidro elétrico como: ruptura do cabo, quebra das roldanas, travamento da engrenagem e queima do motor elétrico em veículos de clientes que ao perceberem que há algo errado reportam a concessionária.

Uma estratificação destes dados conseguiria classificá-los de acordo com o modo de falha que apresenta a descrição do defeito segundo o cliente e o efeito da falha que é o parecer técnico apresentado pela equipe de garantia das concessionárias.

Um estudo mais aprofundado dos estratos citados anteriormente utilizando as devidas ferramentas da qualidade torna possível apontar o tipo de defeito que mais ocorre e que mais gera impacto tanto em custos quanto na imagem do produto.

A Figura 1 apresenta um Diagrama de Pareto dos modos de falha considerando um primeiro nível de estrato.

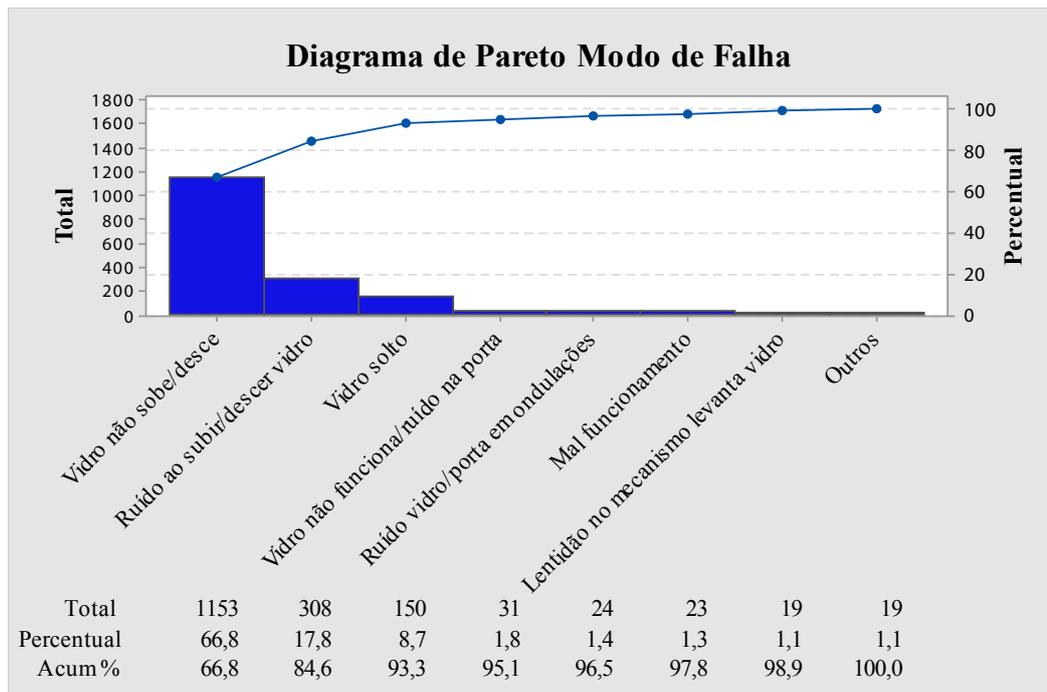


Figura 1- Diagrama de Pareto Modo de Falha

Destaca-se em especial o modo de falha de vidro não sobe/desce que representa 12,5% dos problemas e gera um impacto de aproximadamente 67% se comparado com os demais defeitos. O modo de falha mais próximo que é ruído ao subir/descer vidro gera um impacto de apenas 18%.

A partir do modo de falha mais impactante foi possível construir o Diagrama de Pareto estratificado dos efeitos da falha apresentado na Figura 2. Pode-se verificar que a falha mais constante é, no caso, o cabo rompendo/rompido, que conta com 893 casos dentro das maiores queixas dos clientes.

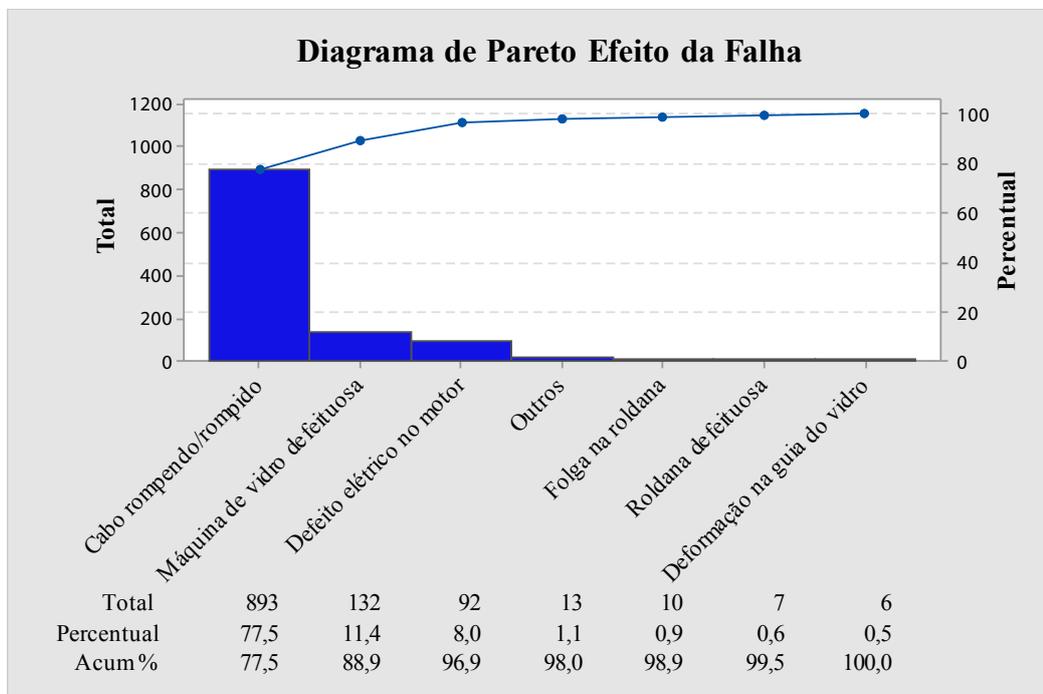


Figura 2-Diagrama de Pareto Efeito da Falha

O efeito de cabo rompendo/rompido que corresponde a aproximadamente 14% dos estratos, este gera um impacto de 77,5%, levando em conta apenas os efeitos que tiveram como modo de falha vidro não sobe/desce.

O defeito pode ocorrer mais de uma vez no mesmo veículo e o fato do mecanismo estar presente nas quatro portas só aumenta essa possibilidade, devido a esse fato pode se constatar que o número de defeitos é diferente do número de veículos. A Figura 3 mostra um gráfico setorial representando percentual de veículo com reincidência do defeito dentro do prazo de garantia.

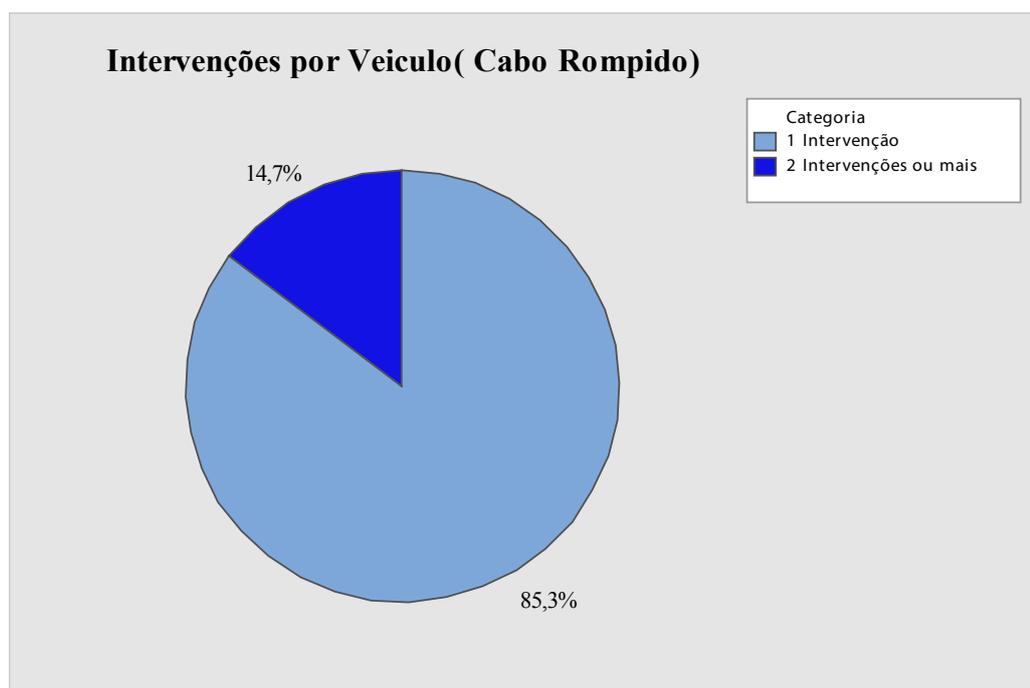


Figura 3-Gráfico Setorial Intervenções por Veículo

Observa-se na Figura 3 que, a maioria dos veículos sofreu apenas uma intervenção, isto é, houve a troca do mecanismo em apenas uma das portas. Porém existem casos mais críticos em que no mesmo veículo foram realizadas mais de uma troca, o que leva a crer que outras portas foram afetadas, além da possibilidade de reincidência do defeito em um mesmo local ( porta).

## 2.2 Análise da confiabilidade

Dentre diversas alternativas para as empresas se manterem no mercado competitivo a análise da confiabilidade é uma ferramenta de grande importância que influencia na qualidade do produto ou serviço ao mesmo tempo que auxilia na tomada de decisão de diversos setores (BRAILE et al , 2013).

Utilizando de forma correta os dados de falha e as técnicas estatísticas para avalia-los a confiabilidade permite estimar o tempo que um produto funcionará sem falhar além de planejar melhor as atividades de gestão e manutenção (MARCORIN, et al,2003).

Para realizar uma análise de confiabilidade é de extrema importância ter a taxa de utilização seja de um item, componente ou equipamento, no caso do problema em questão é a rodagem do veículo, que demonstra o quanto o mesmo já foi utilizado.

Utilizando o software MiniTab®, realizou – se um teste de aderência Qui-quadrado para descobrir qual distribuição se adequava a forma dos dados. Encontrou- se como aquela que mais se adere como 22,62 AD (Anderson Darling) a distribuição Logística.

O modelo Logístico surgiu inicialmente para modelar estudos demográficos por Verhulst, mais tarde outros autores começaram a aplicar tal distribuição para estimação do crescimento da população humana (OLIVEIRA,2012).

Para Lima Filho (2009), a distribuição Logística também é bastante interessante para ser aplicada nas áreas de análise de sobrevivência e em modelagem de renda , o fato de ter forma similar a normal torna a proveitosa em ocasiões apropriadas. Se substituímos a Normal pela Logística obteremos uma análise mais simplificada sem trazer grandes discrepâncias na teoria, porém tais substituições deve ser feitas com cuidado e entendimento da similaridade entre as distribuições.

A função densidade de probabilidade da distribuição Logística é dada pela Equação 1:

$$f(x) = \frac{e^{-\frac{(x-\mu)}{s}}}{s \left[ 1 + e^{-\frac{(x-\mu)}{s}} \right]^2}, \quad s = \frac{\sigma\sqrt{3}}{\pi} \quad (1)$$

Onde:

$\mu$ = Parâmetro de Localização

$\sigma$ = Parâmetro de Escala

A confiabilidade de uma variável com distribuição Logística é dada pela expressão da Equação 2:

$$R(x) = 1 - \frac{1}{1 + e^{-\frac{(x-\mu)}{s}}} \quad (2)$$

A função taxa de falha está representada pela Equação 3:

$$h(x) = \frac{1}{s \left| 1 + e^{-\frac{(x-\mu)}{s}} \right|} \quad (3)$$

Novamente através do software MiniTab® pôde-se elaborar o gráfico de visão geral da distribuição Logística para o tempo de rodagem. A Figura 4 mostra as seguintes funções: Função Densidade de Probabilidade, Função de Sobrevivência (Confiabilidade), Probabilidade e Função de Taxa de Falha:

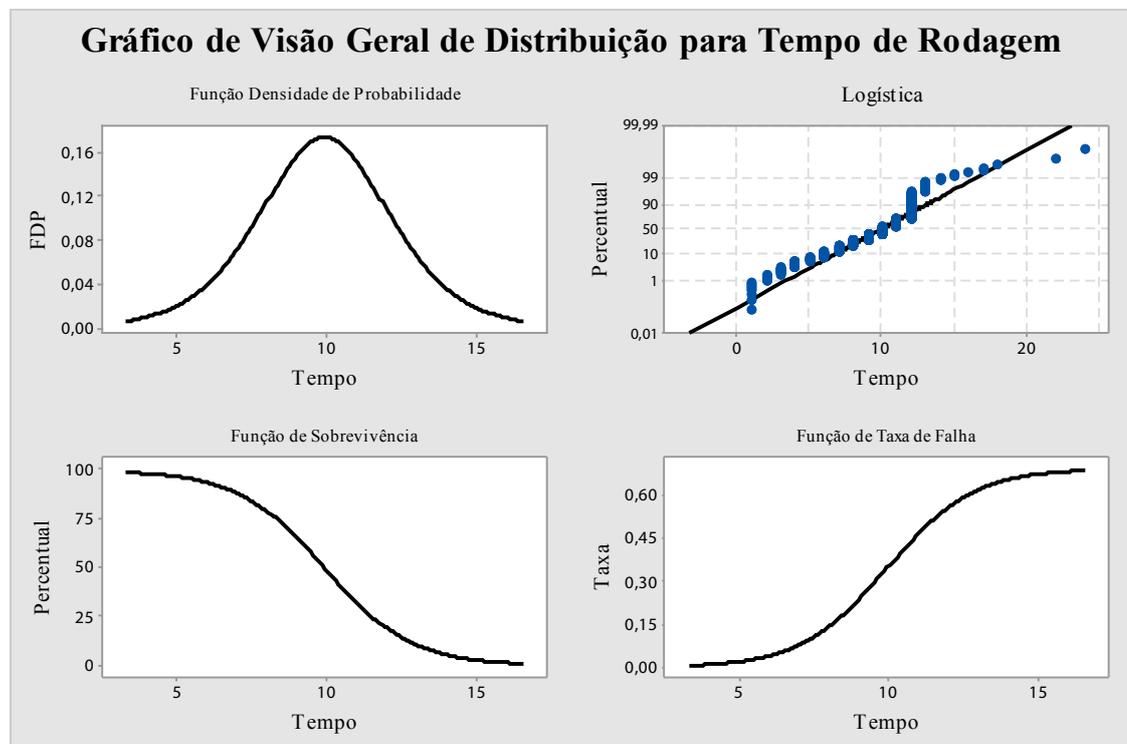


Figura 4-Gráfico Visão Geral da Distribuição

Observa-se na Figura 4, que a Taxa de Falha é crescente o que determina falha por desgaste comumente vista em veículos. Fica evidenciado no gráfico da Função Sobrevivência (Confiabilidade) um decréscimo de acordo com tempo de rodagem do veículo, de acordo com aumento do tempo de rodagem, ao passo que a probabilidade de falha aumenta.

Desta análise o valor do MTTF, Tempo Médio até a Falha (MTTF) para a distribuição Logística é igual a 9,9 meses.

O Tempo Médio até a Falha (MTTF) está representado pela Equação 4 :

$$MTTF = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (4)$$

### 2.3 Análise de garantia

Para manterem seus produtos no mercado com níveis demandados de qualidade e custo acessível as empresas necessitam de ferramentas eficazes e sabe-se que a qualidade e o prazo de garantia são fatores decisivos na hora da compra (PIZZOLATO et al , 2005).

Entende-se por garantia como uma forma de contrato ou acordo que estabelece que o produtor de um bem ou serviço deve oferecer assistência necessária ou reparar quando o produto apresentar falhas ou o serviço não atender às demandas do usuário, antes do momento pré-estabelecido que corresponda ao período de garantia (PIZZOLATO et al , 2005).

A garantia fornecida no estudo em questão para troca de peças ou reparos é de 12 meses, a fim de estudar uma possível redução de custos torna-se necessário uma análise dos tempos de rodagem até a falha, das probabilidades de falha e confiabilidade .

Tais dados foram organizados na Tabela 1:

F(%)	C(%)	Tempo (Meses)
1,00	99,00	3,31
2,00	98,00	4,32
3,00	97,00	4,92
4,00	96,00	5,35
5,00	95,00	5,68
6,00	94,00	5,96
7,00	93,00	6,20
8,00	92,00	6,40
9,00	91,00	6,59
10,00	90,00	6,76
20,00	80,00	7,92
30,00	70,00	8,69
40,00	60,00	9,33
50,00	50,00	9,91
51,60	48,40	10,00
60,00	40,00	10,49
70,00	30,00	11,12
80,00	20,00	11,90
81,16	18,84	12,00

Tabela 1- Relação entre probabilidade de falha, confiabilidade e tempo.

Verifica-se que a probabilidade de falha correspondente ao período de garantia de 12 meses é aproximadamente 81,16%, mais de quatro vezes o valor da probabilidade de confiabilidade

Isto implica em 62% de chances a mais, de haver muitas trocas de peças e sendo essas custeadas pela própria empresa.

Analisando a relação entre as probabilidades de Falha e de Confiabilidade na Tabela 1 pode-se concluir que, após 10 meses de rodagem, as chances do acionamento do vidro elétrico do carro falhar reduzem em cerca de 58,8% se comparado a 12 meses de rodagem.

A nível de custo, para 10 meses tem-se um custo médio de €57,01 e um custo total acumulado até esse período de € 27.613,09 com quilometragem (Km) média de 13.005. E para 12 meses de rodagem até a intervenção o custo médio relacionado a garantia é de € 58,37 e o custo total acumulado até esse período é € 49.897,53 com uma quilometragem (Km) média de 16.013. A diferença entre os custos acumulados por tempo está demonstrada na Figura 5.

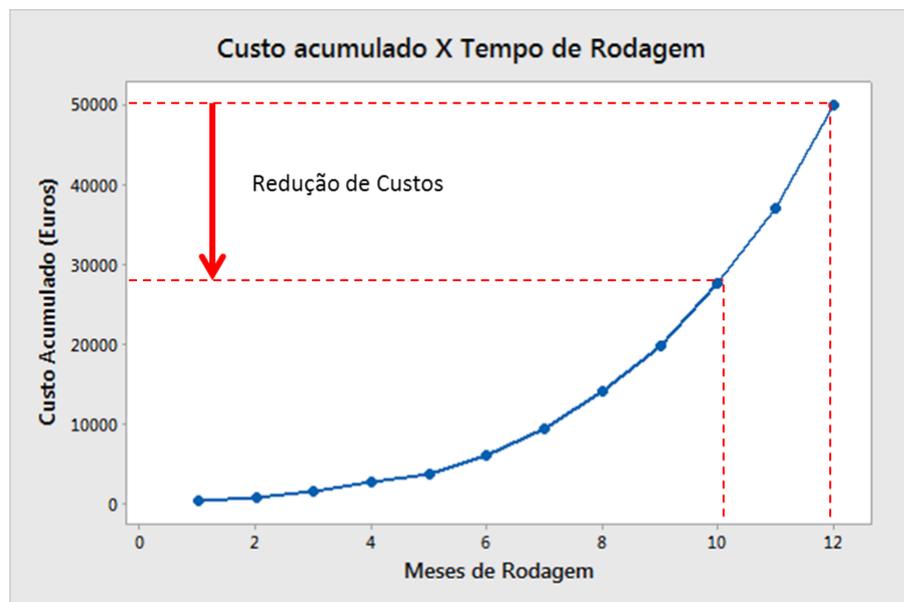


Figura 5- Gráfico Custo Acumulado X Tempo

A redução do custo médio seria de 2,32%, e a redução nos custos totais seria de 44,66% o que trariam mudanças significativas no orçamento da empresa.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou uma sistemática de análise de falhas cujo objetivo foi verificar qual o maior defeito relacionado ao mecanismo de vidro elétrico com base nas ferramentas de qualidade. A análise de confiabilidade do tempo de rodagem dos veículos apontou qual distribuição se ajustava melhor aos dados e com isso foi possível observar as taxas de confiabilidade e probabilidade de falha que confirmaram, que de acordo com o aumento da taxa de utilização do veículo sua probabilidade de falhar aumenta ao passo que a confiabilidade diminui.

Da análise de garantia foi possível perceber que se a empresa diminuísse

seu tempo de garantia para 10 meses reduziria consideravelmente os custos totais acumulados, aproximadamente, redução de 44,66%, o que traria grandes mudanças no orçamento da empresa além de uma melhora na confiabilidade.

## REFERENCIAS

BRAILE, Nathalia Avila; ANDRADE, Jairo Jose de Oliveira. **Estudo de Falhas em Equipamentos de Costura Industriais Utilizando o FMEA e a Análise de Confiabilidade.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., 2013, Salvador. **Anais...** . Salvador: Abepro, 2013. p. 2 - 3.

FOGLIATTO, F. S. ; RIBEIRO, José Luis Duarte . **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** 1. ed. São Paulo: Campus-Elsevier, 2009.

GONCALVES, Wherllyson Patricio et al. **O Uso de Ferramentas da Qualidade Visando a Padronização do Tamanho da Massa da Lasanha Produzida em uma Indústria Alimentícia.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXII., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** . Bento Gonçalves: Abepro, 2012. p. 1 - 14.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade.** 1 ed Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LIMA FILHO, Luiz Medeiros de Araujo. **Modelos simétricos transformados não-lineares com diferentes distribuições dos erros: aplicações em ciências florestais.** 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biometria e Estatística Aplicada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MARCORIN, A. J.; ABACKERLI, A. J. **Uma proposta de estimativa de confiabilidade utilizando dados de campo.** In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, Ouro Preto, 2003.

OLIVEIRA, Sérgio Luiz de. **Uma nova abordagem da distribuição beta logística.** 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estatística, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PIZZOLATO, Morgana; CATEN, Carla Schwengber Ten; FOGLIATTO, Flávio Sanson. Definição do prazo de garantia de um produto otimizado experimentalmente. **Gestão e Produção**, São Paulo, v. 12, n. 2, p.239-253, maio 2005.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-98-7



9 788585 107987