

MAGNUM MATHEUS MARCONDES

**Monitoria de Torque: A implantação e sua importância no processo de
manufatura de uma empresa automobilística**

São Paulo
2016

MAGNUM MATHEUS MARCONDES

**Monitoria de Torque: A implantação e sua importância no processo de
manufatura de uma empresa automobilística**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do certificado de Especialista em Gestão e Engenharia da Qualidade – MBA / USP.

Orientador: Prof. Dr. Adherbal Caminada Netto

São Paulo
2016

Dedico esse trabalho aos meus pais que
são pessoas especiais que sempre
fizeram a diferença e me conduziram, me
apoaram e estiveram comigo em todos os
momentos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por estar presente em minha vida e sempre fazer com que seja possível o alcance de meus sonhos e objetivos.

Aos meus pais, José Carlos Alberto Marcondes e Maria Lúcia do Santos Marcondes pelo amor, carinho e educação que sempre me deram, renunciando muitas vezes de vossos sonhos para que eu pudesse realizar os meus.

À minha namorada e futura esposa, Bárbara Miranda, pelos momentos de alegria, amor, compreensão, companheirismo e sonhos compartilhados.

Aos colegas de classe pelos momentos de alegria e por sempre me apoiarem nas atividades e nos momentos desafiadores.

Aos docentes por todo o aprendizado que me proporcionaram e por me possibilitarem a descoberta de novos conhecimentos que carregarei comigo para a minha vida profissional e pessoal.

Ao gestor do curso Professor Adherbal Caminada Netto por transmitir seu conhecimento com extremo profissionalismo, alegria e seriedade. Por me orientar com toda sua compreensão e fazer com que tenha sido possível a execução desse trabalho.

“No que diz respeito ao desempenho, ao compromisso, ao esforço, a dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.”

(Ayrton Senna)

RESUMO

O presente trabalho apresenta a implantação e utilização de um procedimento totalmente preventivo denominado como “monitoria de torque” dentro do processo de manufatura de veículos automotivos de uma montadora multinacional recém instalada no Brasil. O objetivo desse estudo é evidenciar através de um caso real a extrema importância que possui o monitoramento das fixações de torque no desenvolvimento de um veículo automotivo, garantindo assim o aumento da segurança, qualidade e confiabilidade do produto final. O estudo se inicia com a fundamentação teórica dos principais conceitos, métodos e ferramentas utilizados nesse procedimento, e posteriormente será detalhado como ele foi implantado e é realizado nessa organização, bem como a apresentação dos benefícios obtidos da sua correta utilização no processo.

Palavras-Chave: Monitoria de torque. Processo de manufatura. Segurança. Qualidade. Confiabilidade. Métodos e ferramentas.

ABSTRACT

This current study presents the implementation and use of an entirely preventive procedure known as "monitoring of torque" within the manufacturing process of automotive vehicles of a multinational automobile company recently installed in Brazil. This research aims to highlight through a real case the extreme importance of monitoring fixations of torque on the development of a vehicle automotive, thus ensuring increased security, quality and reliability of the final product. The study begins with the theoretical foundation of the main concepts, methods and tools used in this procedure, and later will be detailed how it was implemented and was done in this organization, as well the presentation of the benefits obtained from its proper use in the process.

Keywords: Monitoring of torque. Manufacturing process. Security. Quality. Reliability. Methods and tools.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Definição de Torque.....	15
Figura 2	- Torquímetro analógico Tohnichi.....	19
Figura 3	- Torquímetro digital Wiztank.....	19
Figura 4	- Calibração direta.....	20
Figura 5	- Calibração indireta.....	21
Figura 6	- Carta ou Gráfico de Controle.....	23
Figura 7	- Montadora Δ, Wuhu - China.....	26
Figura 8	- Organograma Montadora Δ Brasil.....	28
Figura 9	- Celer Hatchback e Sedan.....	29
Figura 10	- Lista dos torques críticos.....	30
Figura 11	- Lista dos torques significativos.....	31
Figura 12	- Pasta dos torques críticos.....	32
Figura 13	- Pasta dos torques significativos.....	32
Figura 14	- Carta de torque crítico.....	33
Figura 15	- Carta de torque significativo.....	33
Figura 16	- Mapeamento do processo do Assembly Shop.....	35
Figura 17	- Rota dos torques críticos.....	36
Figura 18	- Rota dos torques significativos.....	36
Figura 19	- Planilha para a monitoria de torque crítico.....	38
Figura 20	- Apertadeira pneumática, ASQWA-0004.....	39
Figura 21	- Empresa terceirizada M. Shimizu.....	40
Figura 22	- Material utilizado na fixação da articulação do eixo traseiro LE.	40
Figura 23	- Torquímetro ASSDT-0031 e controle de aferição de torquímetro.....	41
Figura 24	- Aferidor de torquímetros e sua data de calibração.....	41
Figura 25	- Planilha para monitoria de torque crítico preenchida.....	42
Figura 26	- Planilha para a monitoria de torque significativo.....	43
Figura 27	- Planilha para monitoria de torque significativo preenchida....	44
Figura 28	- Carrinho de ferramentas e torquímetros calibrados.....	45
Figura 29	- Arquivo para monitoramento estatístico.....	46

Figura 30	-	Carta de controle da fixação da articulação do eixo traseiro LE, mês de abril.	47
Figura 31	-	Desvio padrão, Z superior / inferior e Z mínimo.	47
Figura 32	-	Escalonamento de alarme da monitoria de torque para o Inspetor.	49
Figura 33	-	Comunicação de escalonamento de alarme.	49
Figura 34	-	Escalonamento de alarme da monitoria de torque para o Supervisor.	50
Figura 35	-	Chave Freedom 1.	53
Figura 36	-	Chave Freedom 2.	54

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	Organização Internacional de Normalização
SI	Sistema Internacional
FMEA	Análise de Modos e Efeitos de Falhas
MIL-P	<i>Military Procedure</i> - Procedimento Militar
MIL-STD	<i>Military Standard</i> - Padrão Militar
NASA	Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço
VDA	Associação dos Fabricantes da Indústria Automotiva
CEP	Controle Estatístico do Processo
IQA	Instituto da Qualidade Automotiva
LCS	Limite de Controle Superior
LCI	Limite de Controle Inferior
CP	Índice de Capacidade do Processo
CPK	Índice de Capacidade e Centralização do Processo
SUV	Veículo Utilitário Esportivo
A PN	Apertadeira Pneumática
PN	<i>Part Number</i> - Código da Peça
8D	Oito disciplinas ou oito ações
VDA	<i>Verband Der Automobilindustrie</i> - Associação dos Fabricantes da Indústria Automotiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivo Geral.....	12
1.2	Objetivos Específicos.....	13
1.3	Escopo.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	Monitoria de Torque.....	14
2.2	Monitoria de Torque para a Montadora Δ.....	15
2.2.1	Metodologia FMEA e Manufatura.....	16
2.3	Torquímetros.....	18
2.4	Calibração.....	19
2.4.1	Tipos de Calibração.....	20
2.5	Ferramenta Estatística: Cartas ou Gráficos de Controle.....	21
2.5.1	A construção da Carta ou Gráfico de Controle e os Limites de Controle.....	22
2.5.2	Tipos de Cartas ou Gráficos de Controle.....	24
2.6	CP e CPK - Índices de Capacidade do Processo.....	24
3	ESTUDO DE CASO: Implantação da Monitoria de Torque na Montadora Δ.....	26
3.1	Caracterização da Organização - Histórico.....	26
3.1.1	A Montadora Δ no Brasil.....	27
3.1.2	Missão, Visão e Valores.....	27
3.1.3	Principais Fornecedores e Concorrentes.....	28
3.1.4	Estrutura Organizacional.....	28
3.2	O Projeto J15 / A13 da Montadora Δ.....	29
3.3	Definição dos torques críticos e significativos pela Engenharia de Produto.....	29
3.3.1	Criação das Cartas de Torque pela Engenharia de Processos.....	32
3.4	Equipe responsável pelo desenvolvimento e implantação do procedimento de Monitoria de Torque.....	34
3.4.1	Responsabilidades dos membros da equipe.....	34
3.5	Mapeamento e Rotas para execução da Monitoria de Torque.....	35

3.6	Execução da Monitoria de Torque.	37
3.6.1	Material e ferramentas do Inspetor para realização da Monitoria de Torque.	44
3.6.2	Gerando as cartas de controle e CP e CPK de cada fixação.	45
3.7	O Escalonamento de Alarme da Monitoria de Torque.	48
4	RESULTADOS ALCANÇADOS.	51
5	CONCLUSÃO.	52
5.1	Trabalhos Futuros.	53
	REFERÊNCIAS.	55

1 INTRODUÇÃO

Atualmente com o desenvolvimento de novas marcas e principalmente novas tecnologias, as empresas do segmento Automobilístico sabem, acima de qualquer outra característica, que se quiserem ser competitivas precisam fabricar produtos que garantam confiança e segurança para seus clientes.

Um dos procedimentos de qualidade na manufatura de veículos automotivos que a empresa multinacional Chinesa localizada na região do Vale do Paraíba na cidade de Jacareí (montadora Δ) acredita que garanta segurança, qualidade e confiabilidade ao produto final é o que ela batizou como monitoria de torque, ou seja, qual a forma que ela utiliza para verificar realmente se as fixações de torque de seu produto estão dentro dos limites especificados pela engenharia.

Portanto, com o foco total nesse procedimento, o estudo que será apresentado está dividido em duas partes extremamente importantes, sendo a primeira toda a fundamentação teórica sobre os principais conceitos, métodos e ferramentas que foram utilizadas para a implantação desse procedimento na montadora Δ através de outros pesquisadores e fontes.

A segunda parte do estudo irá descrever de forma completa um estudo de caso na montadora Δ, detalhando passo a passo como esse procedimento foi implantado e como ele é realizado, destacando toda a participação e contribuição do autor, além de toda a exposição dos resultados obtidos de forma objetiva através de gráficos e figuras.

A monitoria de torque deve ser vista dentro das montadoras de veículos como um procedimento essencial e imprescindível, pois atua de forma totalmente preventiva.

1.1 Objetivo Geral

O Objetivo do presente trabalho é abordar a extrema importância que possui o monitoramento de determinadas fixações de torque em um processo de manufatura de uma empresa do segmento Automobilístico, evidenciando através de um caso real como esse procedimento foi implantado e como ele é utilizado dentro de uma montadora.

1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos tem-se:

- Identificar quais são as fixações consideradas significativas e quais são as fixações consideradas críticas;
- Mapear toda a rota da monitoria de torque no processo para auxiliar o trabalho do monitor / inspetor;
- Gerar as cartas de controle de cada fixação de torque para avaliação estatística;
- Utilizar o cronograma de calibração dos torquímetros para contatar a empresa responsável pela calibração.

1.3 Escopo

O cuidado que se deve ter com as fixações de torque dentro principalmente das montadoras é visto com uma importância muito grande, pois além de sua grande maioria serem consideradas operações críticas, há exemplos de concorrentes que tiveram que realizar *recall* em modelos de suas marcas devido a problemas de torque baixo, ou seja, torque fixado abaixo do limite de especificação de engenharia.

Dessa forma esse estudo irá evidenciar a importância da utilização da monitoria de torque dentro das organizações, mostrando através de um estudo de caso sua implantação. Esse procedimento traz inúmeros benefícios, como garantia de qualidade, aumento da confiabilidade de seu produto perante aos clientes, estabilidade de seus processos e principalmente a grande possibilidade de eliminação de problemas de campo referente a torques.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão de literatura, visando aprofundar o conhecimento sobre o assunto do estudo, serão abordadas questões como o conceito de monitoria e torque e o que realmente esse procedimento significa para a montadora Δ, a definição sobre os torquímetros que fazem parte desse procedimento, o processo de calibração de instrumentos de medição, bem como, a utilização de ferramentas estatísticas que avaliam a capacidade do processo e que identificam diferentes fontes de variação.

Conforme Ribeiro (2007) o objetivo principal de uma revisão bibliográfica é reunir ideias oriundas de diferentes fontes, visando construir uma nova teoria ou uma nova forma de apresentar um assunto já abordado.

2.1 Monitoria de Torque

Monitoria é um substantivo do verbo monitorar. Segundo Ferreira (2010, p. 1418) “monitorar significa: acompanhar, avaliar, controlar mediante monitoração”.

Monitorar com o sentido de controlar apresenta os sinônimos: inspecionar, vistoriar, fiscalizar, verificar, seguir e monitorizar (SINONIMOS, [2016]).

Seguindo a ênfase ao nome do procedimento, torque é uma grandeza física derivada de uma determinada força F aplicada a um corpo, a uma distância d ortogonal ao eixo longitudinal do mesmo, de tal modo que produza uma rotação em torno deste eixo (INMETRO, 2005¹ apud DOS SANTOS, 2013, p. 35).

Segundo Dos Santos e Pinto (2008) a norma ISO de padrão internacional que descreve o método para teste de performance dos equipamentos rotativos em elementos roscados é a 5393. A definição de torque fornecida pela norma é mostrada abaixo.

“Torque é o produto da força de aperto e a distância perpendicular entre a linha da força e o centro do parafuso” (ISO 5393, 1994). Conforme a equação:

$$T = F \times R$$

Onde:

T = Torque

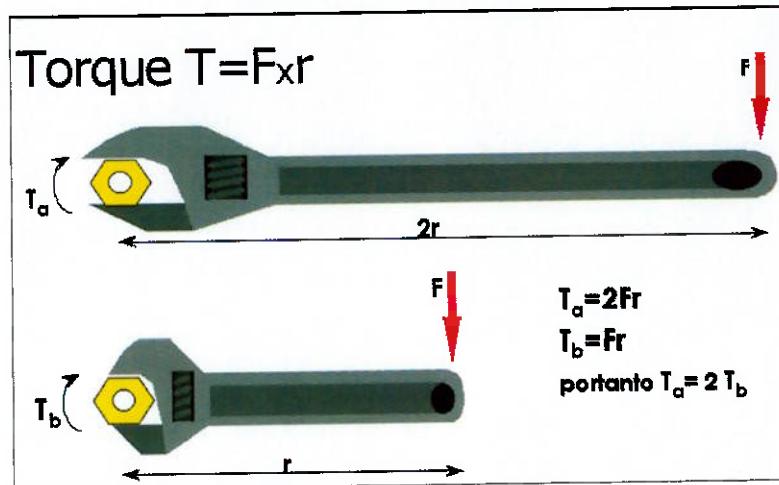
¹ INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Curso de metrologia de torque: Calibração e Normas Técnicas, 2005, Duque de Caxias.

F = Força aplicada

R = Distância entre a força aplicada e o centro do parafuso.

Este conceito pode ser evidenciado através da figura abaixo, pois quanto maior a distância para a mesma força que foi aplicada, maior será o torque produzido no eixo.

Figura 1 - Definição de torque



Fonte: Atlas Copco (2003)

A unidade de torque definida pelo Sistema Internacional (SI) é dada por: Nm (Newton x metro).

2.2 Monitoria de Torque para a Montadora Δ

Com base em procedimentos internos da Organização, a monitoria de torque para a montadora Δ é um procedimento realizado pelo departamento de Qualidade nos veículos A13 e J15 (nome do projeto) através de um inspetor de qualidade, onde o objetivo é fazer a inspeção / verificação de todos os elementos do processo de torque:

- Fixações;
- Ferramentas utilizadas;
- Calibração das ferramentas e máquinas utilizadas;
- Material (porca e parafuso);
- Cartas de torque.

Essa monitoria ocorre através da coleta de forma estática dos torques que foram considerados críticos e significativos pelo departamento de Engenharia de Produto no processo de manufatura da fábrica de montagem (*Assembly Shop*).

- **Torque Estático:** Refere-se a tolerância do produto em que o torque alvo pode variar quando medido no processo de fixação de acordo com o tipo de junta dos elementos de fixação, o torque estático pode ser medido por uma ferramenta de detecção após a fixação;
- **Torque considerado crítico:** Refere-se ao processo de torque em que o modo de falha afeta a segurança do condutor. O torque crítico é definido pela Engenharia de Produto quando a análise do método FMEA (Análise de Modos e Efeitos de Falhas) tem classificação de severidade 9-10;
- **Torque considerado significativo:** Refere-se ao processo de torque em que o modo de falha não afeta a segurança do condutor, mas há perda de função das peças e/ou sistemas do veículo. O torque significativo é definido pela Engenharia de Produto quando a análise do método FMEA tem classificação de severidade 7-8.

2.2.1 Metodologia FMEA e Manufatura

O método FMEA surgiu aproximadamente nos anos 50 através da indústria aeronáutica e militar americana, com o principal objetivo de identificar potenciais falhas em dispositivos militares bem como seu grau de severidade. Essa metodologia já passou por algumas edições e nos dias atuais é utilizada a sua 4^a edição, 2008.

Conforme Pentti e Atte (2002) o método foi desenvolvido e documentado pela primeira vez em 1949 pelo exército dos Estados Unidos no procedimento MIL-P-1629, procedimento esse que serviu de base anos mais tarde para a elaboração das normas militares MIL-STD-1629 e MIL-STD-1629A.

De acordo com Souza (2006) a FMEA foi utilizada pela NASA nos Estados Unidos em meados dos anos 60 para o projeto Apollo. Após ter sido considerada muito importante na área de aviação, viagem espacial e na tecnologia nuclear, a FMEA foi aplicada em seguida na indústria automobilística. Desde então é utilizada em todo o mundo e é considerada um componente imprescindível nas empresas fabricantes de automóveis e seus fornecedores.

A Ford Motor Company foi a primeira empresa automotiva a introduzir a FMEA em seu conceito de garantia da qualidade (CLARKE, 2005² apud Magalhães, 2014, p. 19). Na década de 1980, outras empresas também incorporaram a FMEA por meio da norma ISO/TS 16949. Posteriormente a indústria automobilística alemã também fez o mesmo logo em seguida, segundo procedimentos definidos pela norma VDA (Associação dos Fabricantes da Industria Automotiva) (BERTSCHE, 2008³ apud Magalhães, 2014, p. 19).

Segundo Rotondaro (2015, p. 155) "FMEA é um método de análise de produtos ou de processos, industriais ou administrativos, utilizado para:

- Identificar todos os seus possíveis tipos (modos) de falha potencial;
- Determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho (do produto ou do processo);
- Priorizar os modos de falha em função de seus efeitos, de sua frequência de ocorrência e da capacidade de os controles existentes evitarem que a falha chegue ao cliente; e
- Identificar ações que possam eliminar ou reduzir a chance de uma falha potencial ocorrer".

Conforme o título desse estudo e já mencionado anteriormente, a monitoria de torque na montadora Δ é realizada no processo de manufatura da fábrica de montagem. Manufatura é todo o processo que transforma matérias-primas em um produto totalmente acabado e que já pode ser disponibilizado para o cliente.

A manufatura (do latim, *manu*, mão e *factura*, feitio) descreve a transformação de matéria-prima em produtos terminados para sua comercialização. Também envolve processos de elaboração de produtos semi-faturados. O termo manufatura pode se referir a uma grande variedade de atividades humanas, desde o artesanato até a alta tecnologia, mas é mais comumente aplicada à produção industrial, na qual as matérias primas são transformadas (produção ou montagem de elementos) em bens acabados em grande escala. Isto permite qualificar como manufatureiras um conjunto de indústrias, dentre as quais podemos destacar a indústria aeronáutica, mecânica, alimentícia, eletrônica, elétrica, química, automobilística, confecção, calçados e moveleira. (INFOESCOLA, [2016])

² CLARKE, C. *Automotive Production Systems and Standardization: From Ford to the Case of Mercedes-Benz*, 2005, Physica-Verlag Heidelberg, 2005.

³ BERTSCHE, B. *Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability*, 2008, Berlin.

2.3 Torquímetros

Para a realização da monitoria de torque na montadora Δ o inspetor de qualidade utiliza torquímetros que devem estar devidamente calibrados para gerarem resultados confiáveis.

Segundo Gedore apud Dos Santos (2005⁴) os torquímetros são instrumentos para aplicação e também verificação de torque. Através de uma especificação de projeto, os torquímetros são utilizados para aplicar torque em porcas e parafusos de juntas mecânicas. Há vários tipos de torquímetros que são desenvolvidos para atenderem diferentes aplicações.

Os torquímetros são de extrema importância na indústria para projetos, controle de processos e verificações de conformidade de um produto. Aplicações críticas de torque na indústria automobilística, aeronáutica, naval, entre outras, necessitam de boa exatidão e baixos coeficientes de segurança em relação às especificações de projeto e de montagem (INMETRO, 2005⁵ apud SOARES, 2013, p. 36).

Atualmente há diversos tipos de torquímetros:

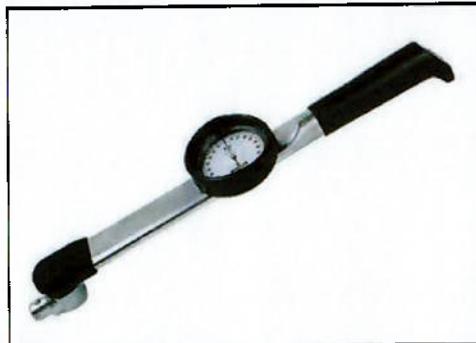
- Torquímetro de estalo com escala ou sem escala;
- Torquímetro de relógio;
- Torquímetro de escape ou giro livre;
- Torquímetro com cabeça intercambiável;
- Torquímetro axial;
- Torquímetro de vareta;
- Torquímetro pneumático;
- Torquímetro analógico;
- Torquímetro digital.

Na montadora Δ são utilizados torquímetros analógicos e digitais de diversas escalas para a realização da monitoria de torque.

⁴ Gedore. Catálogo: Torquímetros: Uma especialidade Gedore, 2005, São Paulo.

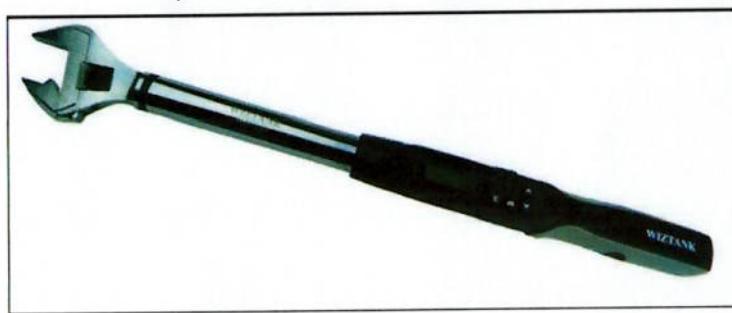
⁵ INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Curso de metrologia de torque: Calibração e Normas Técnicas, 2005, Duque de Caxias.

Figura 2 - Torquímetro analógico Tohnichi



Fonte: <http://www.mshimizu.com.br/produtos.php?id=554&Medidor-de-torque-analogico>
(2016)

Figura 3 - Torquímetro digital Wizlank



Fonte: http://pt.aliexpress.com/store/product/Digital-torque-wrench-WEA4-135CN-6-8-135NM-open-torque-wrench/218639_1451077801.html (2016)

2.4 Calibração

São os resultados obtidos dos torquímetros que alimentam todo o processo da monitoria de torque, porém se essas ferramentas não estiverem devidamente calibradas, o processo não mostrará nas cartas de controle a realidade das coletas de torque.

Conforme Da Silva (2012) calibração é a operação que realiza, numa primeira etapa com condições especificadas, uma interação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações que correspondem com as incertezas associadas e, numa segunda etapa, usa essa informação para estabelecer uma relação visando obter um resultado de medição através de uma indicação.

“A operação de calibração é baseada na comparação do instrumento de medição com um instrumento padrão de modo a determinar a sua exatidão e

verificar se essa exatidão continua de acordo com a especificação do fabricante" (ALVES, 2003, p. 14).

Segundo Cabral (1994) a calibração é uma operação indispensável que valida as indicações fornecidas pelos instrumentos de medição. Ainda de acordo com Cabral (1994, p. 20) "o resultado de uma calibração é considerado como sendo o conjunto dos valores resultantes da comparação dos resultados fornecidos pelo instrumento de medição com os valores materializados pelo padrão"

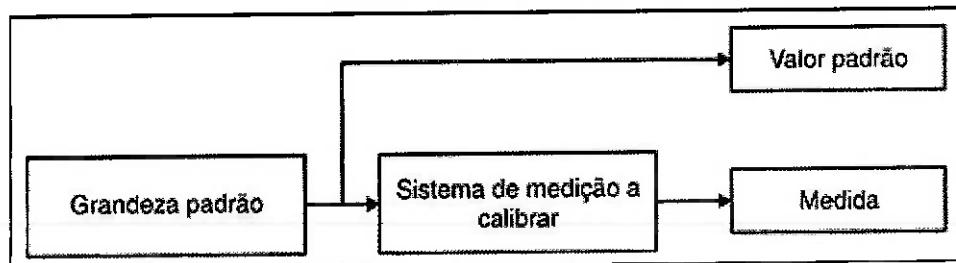
As Organizações devem estar cientes que a calibração dos instrumentos de medição é de extrema importância para o controle da qualidade no processo de manufatura e, dessa forma devem sempre controlar o vencimento das calibrações através de um departamento responsável.

2.4.1 Tipos de Calibração

Existem dois tipos de calibração: a direta e a indireta.

- **Calibração direta:** A grandeza padrão de entrada deve ser aplicada diretamente ao sistema de medição a calibrar, e então as medidas serão comparadas com os valores considerados padrão, conforme a figura abaixo:

Figura 4 - Calibração direta



Fonte: Da Silva (2012)

- **Calibração indireta:** A grandeza que se deseja mensurar é fornecida por um meio externo que atuará de forma simultânea no sistema de medição em calibração e no sistema considerado padrão. Assim os resultados são comparados entre o sistema de medição em calibração e o sistema considerado padrão e dessa forma, pode-se determinar os erros e realizar as correções. Conforme figura abaixo:

Figura 5 - Calibração indireta



Fonte: Da Silva (2012)

2.5 Ferramenta Estatística: Cartas ou Gráficos de Controle

Dentre as inúmeras ferramentas utilizadas para o controle estatístico do processo - CEP, as cartas ou gráficos de controle são as mais importantes.

Conforme Rodrigues (1998), as cartas ou gráficos de controle utilizados na estatística demonstram o processo real, e se utilizadas de forma que sejam continuamente atualizadas, estas cartas ou gráficos representam o processo dinâmico de produção.

Para o IQA (Instituto da Qualidade Automotiva) apud Gonçalves (2011⁶), a carta de controle é uma representação típica do CEP, onde processos e resultados se caracterizam pelas medições de suas variáveis.

Segundo Contador (2010, p. 172) “as cartas de controle possuem três objetivos básicos:

- Verificar se o processo estudado é estatisticamente estável, ou seja, se não há presença de causas especiais de variação;
- Verificar se o processo estudado permanece estável, indicando quando é necessário atuar sobre ele; e
- Permitir o aprimoramento contínuo do processo, mediante a redução de sua variabilidade”.

De acordo com Carvalho e Paladini (2012), o gráfico de controle é usado para detectar alterações inesperadas em uma ou mais características de um produto ou processo. É uma ferramenta estatística que mostra principalmente a presença de causas especiais de variação na linha de produção.

⁶ IQA. Instituto de Qualidade Automotiva. Manual de Referência: Controle Estatístico do Processo (CEP), 2005, São Paulo.

O gráfico consiste na plotagem de três linhas e os pontos que representam as médias de pequenas amostras, cada qual de tamanho n (= 1, 4, 9, 16, 100, por exemplo), de mensurações periódicas de alguma característica importante de um processo (peso, comprimento, volume, etc.), ou o número ou porcentagem de peças defeituosas ou número de defeitos. As três linhas representam dois limites de controle, um superior (LCS) e outro inferior (LCI), e uma linha no meio que é a média da variável ou alvo da característica. Tradicionalmente, as linhas de controle ficam numa distância de três desvios-padrão da média ou do alvo processo. (CARVALHO; PALADINI, 2012, p. 274)

Portanto as cartas ou gráficos de controle são ferramentas que mostram o atual comportamento de uma determinada linha produtiva e auxiliam na detecção de variações no processo. Dessa forma, Montgomery (2004), revela cinco razões que justificam o uso dos gráficos de controle nas organizações. São elas:

- Esta ferramenta pode gerar melhoria de produtividade, uma vez que perdas e retrabalhos são reduzidos;
- Contribui para o processo se manter sob controle, diminuindo a obtenção de itens defeituosos, de forma que permite o controle efetivo do processo;
- Por distinguir a origem das causas de variações, fazendo com que as cartas ou gráficos evitem ajustes desnecessários;
- As cartas ou gráficos de controle evidenciam a situação do processo produtivo, permitindo a implantação de mudanças que gerem melhores resultados.

2.5.1 A construção da Carta ou Gráfico de Controle e os Limites de Controle

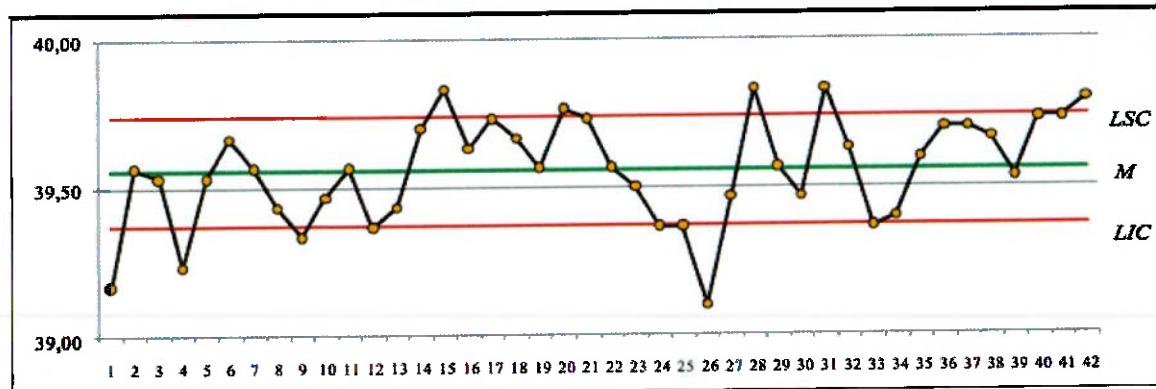
Em conformidade com o que relata Rotondaro (2015, p. 300) "na construção de gráficos ou cartas de controle, certos passos devem ser seguidos, de modo a permitir sua correta análise. Os passos para o estabelecimento da carta ou gráfico são os seguintes:

- Coletar dados durante certo período de tempo, até que todos os tipos de variação nos quais se está interessado em avaliar tenham oportunidade de aparecer;

- Calcular as estatísticas que resumem a informação contida nos dados (médias, amplitudes, desvios-padrões, proporções, número de defeitos etc.);
- Calcular os limites de controle com base nas estatísticas;
- Marcar os pontos nos gráficos de controle e uni-los, para facilitar a visualização do comportamento do processo;
- Marcar os limites de controle;
- Analisar os gráficos de controle quanto a presença de causas especiais (tendências, ciclos, estratificação etc.);
- Quando for detectada a presença de causas especiais, buscar identificar, eliminar e prevenir sua repetição.

Na monitoria de torque da montadora Δ os gráficos ou cartas de controle são essenciais e será melhor evidenciado no decorrer desse estudo. Segue abaixo imagem de uma carta ou gráfico de controle que exemplifica bem o que foi dito acima, ou seja, houve a coleta de dados, os limites de controle foram calculados e marcados, os pontos foram marcados e posteriormente unidos para melhor serem identificados e há a presença de causas especiais:

Figura 6 - Carta ou Gráfico de Controle



Fonte: <http://www.revistaespacios.com/a13v34n11/13341117.html> (2013)

É possível verificar através da imagem acima a presença dos limites de controle, esses limites na monitoria de torque da montadora Δ são definidos pela engenharia de produto para cada fixação de uma peça sobre outra no veículo.

Se o processo está sob controle estatístico, quase todos os pontos coletados terão seus valores entre o limite de controle superior (LCS) e o limite de controle inferior (LCI). Enquanto os pontos apresentarem esse comportamento, o processo será considerado sob controle, dispensando qualquer ação corretiva. Se os pontos começarem a sair fora desses limites, será uma evidência de que o processo está saindo de controle, sendo necessário um estudo das causas dessa variação e, provavelmente, ações corretivas terão de ser tomadas. (Dr. CEP, 2010)

2.5.2 Tipos de Cartas ou Gráficos de Controle

Conforme Rotondaro (2015, p. 298) "existem duas grandes categorias de gráficos de controle:

- **Variáveis:** consistem nas características cujo valor é o resultado de algum tipo de medição (peso, tempo, valor, comprimento, resistência, etc.);
- **Atributos:** são as características cujo resultado é decorrente de uma classificação ou contagem (número de defeituosos, número de defeitos, número de erro, etc.).

2.6 CP e CPK - Índices de Capacidade do Processo

Buscando garantir de forma ainda mais eficaz o resultado das coletas na monitoria de torque, a montadora Δ utiliza os índices CP e CPK para verificar a capacidade do processo. "O índice CP é considerado como a taxa de tolerância à variação do processo, desconsidera a centralização do processo e não é sensível aos deslocamentos dos dados, porém o índice CPK considera a centralização do processo e é sensível ao deslocamento dos dados" (Dr. CEP, 2006).

Para Samohyl (2009), o índice de capacidade CP é usado para processos já centrados, ou seja, é a distância entre o LCS (Limite de controle superior) e o LCI (Limite de controle inferior) dividido pela variabilidade natural do processo igual a seis desvios-padrão. Já o índice de capacidade CPK é usado para processos não centrados e calculado pela distância entre um dos limites de especificação e a média.

Se calcula o desvio padrão através das opções de equações abaixo:

$$C_p = \frac{LSC - LIC}{6\sigma_c} = \frac{LSC - LIC}{6\bar{R} / d_2}$$

$$C_{pk} = \frac{LSC - \bar{X}}{3\sigma_c} = \frac{\bar{X} - LIC}{3\bar{R} / d_2}$$

“CP e CPK, sempre devem ser avaliados e analisados em conjunto. Um valor de CP significativamente maior do que CPK correspondente indica uma oportunidade de aperfeiçoamento pela centralização do processo” (IQA, 2005⁷, apud GONÇALVES, 2011, p. 33). Sendo assim, $CPK \leq CP$.

⁷ IQA. Instituto de Qualidade Automotiva. Manual de Referência: Controle Estatístico do Processo (CEP), 2005, São Paulo.

3 ESTUDO DE CASO: Implantação da Monitoria de Torque na Montadora Δ

Este capítulo irá apresentar inicialmente a montadora Δ mundialmente e seu surgimento e objetivo no Brasil, caracterizando seu histórico, missão, visão, valores, principais fornecedores, concorrentes e sua estrutura organizacional atual no Brasil.

Posteriormente o capítulo irá apresentar todo o desenvolvimento do caso na montadora Δ, evidenciando de forma completa como esse procedimento foi implantado e toda a participação e contribuição do autor.

3.1 Caracterização da Organização - Histórico

Fundada em 1997, a Montadora Δ Automobile Ltda. é a maior montadora de veículos independente da China. Sediada em uma área de aproximadamente dois milhões de metros quadrados, na cidade de Wuhu, província de Anhuí, a Montadora Δ está presente em mais de 80 países e conta com 14 unidades produtivas em 13 países e distritos/regiões, empregando aproximadamente 24 mil funcionários em todo o mundo.

Até o momento, a empresa criou 5 plataformas para seus veículos: A00, A0, A, B e SUV, além de plataformas para ônibus, linha pesada, modelos menores (série S), etc. A lista de produtos chegam a quase 30 modelos.

Figura 7 - Montadora Δ, Wuhu - China



Fonte: <http://www.cherybrasil.com.br/chery-international> (2015)

Com apenas 17 anos de existência, a Montadora Δ apresenta resultados de constante evolução. Em 2012, a montadora comercializou 570 mil unidades em todo o seu mercado interno e externo, sendo 190 mil desses fora da China. Em seu país

natal, esses resultados renderam à fabricante o primeiro lugar entre as empresas automotivas independentes pelo 12º ano consecutivo e o título de maior exportadora de carros pelo décimo ano seguido. Além disso, a marca detém a maior parcela de participação de mercado entre os veículos de passeio.

3.1.1 A Montadora Δ no Brasil

Inaugurada em 28 de agosto de 2014, em Jacareí, no Vale do Paraíba, interior de São Paulo, a Montadora Δ Brasil iniciou uma nova fase no mercado brasileiro. Construída em um terreno com mais de um milhão de metros quadrados, a nova fábrica recebeu ao todo um investimento de mais de um bilhão de reais e conta com três unidades produtivas, sendo elas chamadas de *Assembly Shop* (montagem), *Body Shop* (funilaria e solda) e *Paint Shop* (pintura), além de um prédio administrativo e uma pista de testes.

Com capacidade de produção de até 150 mil veículos por ano, a Montadora Δ Brasil iniciou sua produção com a nova geração do Celer e, para 2016, está previsto a produção da nova geração do carro QQ, totalmente reformulado para atender ao mercado brasileiro.

3.1.2 Missão, Visão e Valores

- **Missão:** Ajudar as pessoas a comprar, dirigir e desfrutar de veículos com alegria na América do Sul;
- **Visão:** Fazer parte de cada família na América do Sul;
- **Valores:**

C - Cliente em primeiro lugar: A montadora Δ irá crescer e se desenvolver junto com os seus clientes;

H - *Happines* - Alegria: Compartilhar momentos de alegria com os funcionários e clientes da montadora Δ;

E - Eficácia: Fornecer produtos e serviços de qualidade, em tempo hábil;

R - Responsabilidade: Responsabilidade social com a comunidade e o meio ambiente;

Y - Youthful - Juventude: Trabalhar com energia, construir sinergia e sempre buscar o crescimento.

3.1.3 Principais Fornecedores e Concorrentes

Os principais fornecedores da montadora Δ são: Autometal, Bosh, Cebi, Eberspächer, HVCC, Kidde, Maxion Alloy Wheels, Maxion Steel Wheels, Metagal, Moura, Pilkington, Pirelli, Plascar, Toro, TWE, entre outros.

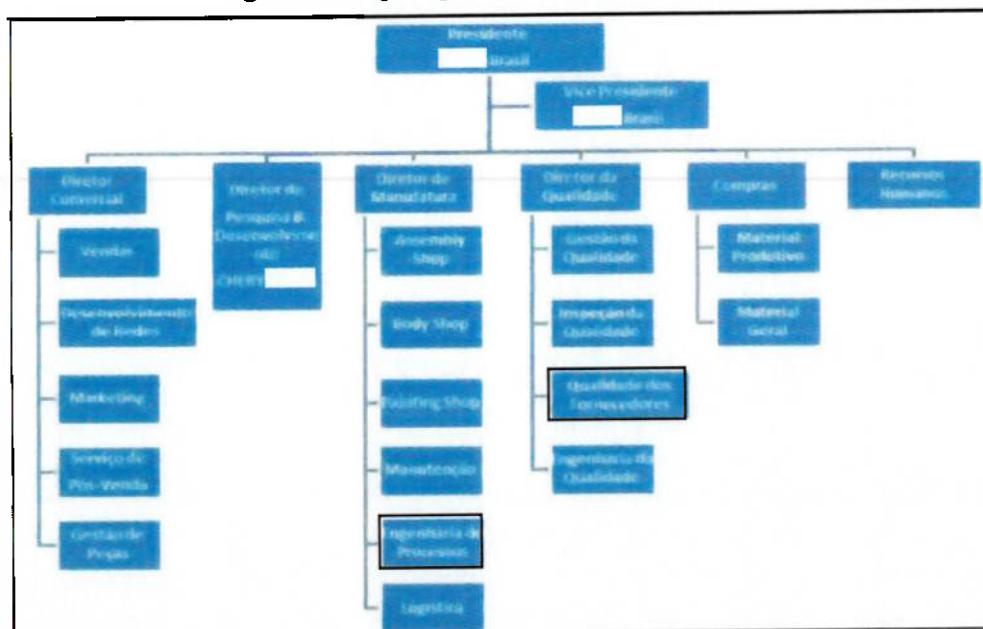
Os principais concorrentes da montadora Δ são: todas as outras montadoras que produzem veículos automotivos, destacando principalmente as que possuem origem Chinesa, tais como: Geely, Jac Motors, Lifan, entre outras.

3.1.4 Estrutura Organizacional

No Brasil a montadora Δ possui sua estrutura distribuída em seis departamentos, onde o cargo máximo é representado por um presidente de origem Chinesa e abaixo representado por um Brasileiro.

Em destaque estão as áreas de Engenharia de Processos e Engenharia de Qualidade, departamentos responsáveis pela implantação da monitoria de torque no processo de manufatura da montadora Δ.

Figura 8 - Organograma Montadora Δ Brasil



Fonte: Manual da Qualidade Montadora Δ Brasil, 2015, p. 11.

3.2 O Projeto J15 / A13 da Montadora Δ

O projeto da montadora Δ responsável pela implantação da monitoria de torque é chamado de J15 / A13, ou seja, é o nome de projeto que foi dado para o novo modelo do carro Celer que é produzido na fábrica de Jacareí. O projeto J15 se refere ao modelo *Hatchback* e o projeto A13 se refere ao modelo *Sedan*.

Esses modelos podem ser evidenciados através da figura abaixo:

Figura 9 - Celer Hatchback e Sedan



Fonte: <http://fotosecarros.com.br/novo-chery-celer-2016/> (2016)

3.3 Definição dos torques críticos e significativos pela Engenharia de Produto

Para que a monitoria de torque fosse implantada era necessário que houvesse uma lista dos torques que seriam verificados. Como já foi evidenciado no referencial teórico desse estudo, a Engenharia de Produto da montadora Δ que fica localizada em sua sede na China define quais são as fixações de torque consideradas críticas e as fixações consideradas significativas.

As fixações são consideradas críticas quando a análise do FMEA tem classificação de severidade de 9-10 e consideradas significativas quando a análise do FMEA tem classificação de severidade de 7-8.

Após essa classificação a Engenharia de Produto disponibiliza essas listas com todas as fixações de torque do processo de manufatura da fábrica de montagem (*Assembly Shop*) para a Engenharia de Processos que fica localizada na montadora Δ em Jacareí.

Seguem abaixo as listas com as fixações já contendo suas especificações de torque mínimo e máximo e apresentando estrela cheia quando é considerada fixação crítica e estrela vazia quando é considerada fixação significativa:

Figura 10 - Lista dos torques críticos

Item	Descrição do processo	Torque Mínimo	Torque Máximo	Característica
1	Retrator cinto segurança Col. B LE	42.0Nm	58.0Nm	★
2	Cinto segurança ao regulador de altura Col. B LE	42.0Nm	68.0Nm	★
3	Cinto segurança a carroceria Col. B LE	42.0Nm	68.0Nm	★
4	Regulador de altura cinto segurança Col. B LE	42.0Nm	68.0Nm	★
5	Fixação retrator cinto segurança Col. C LE	42.0Nm	68.0Nm	★
6	Fixação do fecho do cinto ao assoalho LE	42.0Nm	68.0Nm	★
7	Retrator cinto segurança Col. B LD	42.0Nm	68.0Nm	★
8	Cinto segurança ao regulador de altura Col. B LD	42.0Nm	68.0Nm	★
9	Cinto segurança a carroceria Col. B LD	42.0Nm	68.0Nm	★
10	Regulador de altura cinto segurança Col. B LD	42.0Nm	68.0Nm	★
11	Fixação do fecho do cinto ao assoalho LD	42.0Nm	68.0Nm	★
12	Retrator cinto segurança Col. B LD	42.0Nm	68.0Nm	★
13	Parafuso fixação do eixo do disco de freio traseiro LE	57Nm	81Nm	★
14	Parafuso fixação do eixo do disco de freio traseiro LD	57Nm	81Nm	★
15	Porca castelo eixo traseiro LE	192Nm	274Nm	★
16	Porca castelo eixo traseiro LD	192Nm	274Nm	★
17	Torquear suporte do eixo traseiro ao assoalho LE	66Nm	95Nm	★
18	Torquear suporte do eixo traseiro ao assoalho LD	66Nm	95Nm	★
19	Torquear amortecedor traseiro ao eixo LE	66Nm	95Nm	★
20	Torquear amortecedor traseiro ao eixo LD	66Nm	95Nm	★
21	Torquear articulação do eixo traseiro LE	93Nm	137Nm	★
22	Torquear articulação do eixo traseiro LD	93Nm	137Nm	★
23	Parafuso fixação junta elástica ao terminal de direção	20.5Nm	34Nm	★
24	Fixação do Subframe LE	109Nm	177Nm	★
25	Fixação do Subframe LD	109Nm	177Nm	★
26	Barra dianteira LE	109Nm	177Nm	★
27	Barra dianteira LD	109Nm	177Nm	★
28	Fixação cinto segurança col. C LE	42Nm	68Nm	★
29	Fixação cinto segurança col. C LD	42Nm	68Nm	★
30	Torquear porcas das rodas LE	92Nm	150Nm	★
31	Torquear porcas das rodas LD	92Nm	150Nm	★
32	Torquear Porca Castelo LE	227Nm	367Nm	★
33	Torquear Porca Castelo LD	227Nm	367Nm	★
34	Fixar volante direção	25Nm	41Nm	★
35	Fixação do alinhador de rodas LD	46Nm	75Nm	★
36	Fixação do alinhador de rodas LE	46Nm	75Nm	★
37	Fixação da pinça de freio	90Nm	110Nm	★
38	Fixação do cinto de segurança do banco do motorista	40Nm	70Nm	★
39	Fixação do cinto de segurança do banco do passageiro	40Nm	70Nm	★
40	Fixação da trava do assento do banco do motorista	18Nm	35Nm	★
41	Fixação da tampa da bomba de combustível	75Nm	85Nm	★
42	Fixação da trava do encosto do banco traseiro LE	18Nm	35Nm	★
43	Fixação da trava do encosto do banco traseiro LD	18Nm	35Nm	★
44	Fixação da estrutura do encosto do banco do motorista LE	40Nm	70Nm	★
45	Fixação da estrutura do encosto do banco do motorista LD	40Nm	70Nm	★
46	Fixação dos parafusos do encosto do banco do motorista	40Nm	70Nm	★
47	Fixação dos parafusos do encosto do banco do passageiro	40Nm	70Nm	★
48	Fixação da estrutura do encosto do banco do passageiro LE	40Nm	70Nm	★
49	Fixação da estrutura do encosto do banco do passageiro LD	40Nm	70Nm	★
50	Fixação dos parafusos do subframe ao assoalho LE	109Nm	177Nm	★
51	Fixação dos parafusos do subframe ao assoalho LD	109Nm	177Nm	★

Fonte: Próprio autor

Figura 11 - Lista dos torques significativos

Item	Descrição do processo	Torque Mínimo	Torque Máximo	Característica
1	Parafuso montagem conj. ABS	8.5Nm	13.5Nm	☆
2	Porca fixação conj cilindro mestre	20.5Nm	34.0Nm	☆
3	Fixação conjunto pedal de embreagem	20.5Nm	34.0Nm	☆
4	Conjunto pedal de freio	20.5Nm	34.0Nm	☆
5	Porca fixação alavanca de freio de mão	18.5Nm	30.0Nm	☆
6	Montagem coluna direção	20.5Nm	34.0Nm	☆
7	Palheta limpador do para-brisa	15.0Nm	24.5Nm	☆
8	Torquear amortecedores traseiro LE e LD	20.5Nm	34.0Nm	☆
9	Porca fixação cinta do tanque	25Nm	41Nm	☆
10	Fixação da barra de direção	25±3Nm	23Nm	☆
11	Parafusos coxim da suspensão	61Nm	89Nm	☆
12	Montagem da bandeja da suspensão	109Nm	177Nm	☆
13	Porca trava fixação barra de direção	25Nm	41Nm	☆
14	Parafuso fixação coxim dianteiro	54Nm	89Nm	☆
15	Parafuso fixação coxim dianteiro	21Nm	34Nm	☆
16	Fixação do Sensor Frontal de Oxigênio	42Nm	62Nm	☆
17	Fixação do coxim Frontal do motor	61Nm	89Nm	☆
18	Montagem das Mangueira de retorno e Alta Pressão de Óleo da Direção Hidráulica	28Nm	41Nm	☆
19	Parafuso fixação suporte compressor ar condicionado	46Nm	75Nm	☆
20	Parafuso fixação suporte compressor ar condicionado	46Nm	75Nm	☆
21	Parafuso fixação suporte compressor ar condicionado	46Nm	75Nm	☆
22	Porca fixação suporte compressor	55±5Nm	46Nm	☆
23	Parafuso fixação suporte compressor	40±4Nm	33Nm	☆
24	Parafuso fixação compressor ar condicionado	20Nm	34Nm	☆
25	Porca fixação pré catalisador	45±5Nm	63Nm	☆
26	Montagem do Cabo Negativo da Bateria à Caixa de Transmissão	23Nm	35Nm	☆
27	Porca montagem conj suspensão dianteira LE	80Nm	129Nm	☆
28	Porca montagem conj suspensão dianteira LD	80Nm	129Nm	☆
29	Porca trava fixação pino esférico direção LD	32Nm	48Nm	☆
30	Porca trava fixação pino esférico direção LE	32Nm	48Nm	☆
31	Reapertar o Parafuso de Fixação do Tubo de Pressão da Bomba da Direção Hidráulica	37Nm	63Nm	☆
32	Torquear parafuso do alternador	20.5Nm	34Nm	☆
33	Torquer tensionador de correia	20.5Nm	34Nm	☆
34	Fixação da barra estabilizadora a carroceria	20.5Nm	34Nm	☆
35	Torquer suporte da polia	42Nm	68Nm	☆
36	Fixação da base da alavanca de transmissão	16.5Nm	27.5Nm	☆
37	Bandeja de direção ao conj. Suspensão dianteira LE	33Nm	48Nm	☆
38	Bandeja de direção ao conj. Suspensão dianteira LD	33Nm	48Nm	☆
39	Montagem da viga do parachoque	23±3Nm	19Nm	☆
40	Parafuso fixação defletor do motor a caixa de transmissão	42Nm	62Nm	☆
41	Fixação da válvula de expansão ao condensador	20.5Nm	34Nm	☆
42	Fixação tubo de escapamento ao coletor	35Nm	60Nm	☆
43	Montagem sensor oxigênio ao escapamento	35Nm	60Nm	☆
44	Fixação tubo de escapamento ao catalisador	42Nm	68Nm	☆
45	Porca fixação tubo escapamento ao silenciador	42Nm	68Nm	☆
46	Viga dianteira LE	20.5Nm	34Nm	☆
47	Viga dianteira LD	20.5Nm	34Nm	☆
48	Porca fixação banco dianteiro LD	42Nm	68Nm	☆
49	Parafuso fixação banco dianteiro LD	42Nm	68Nm	☆
50	Porca fixação banco dianteiro LE	42Nm	68Nm	☆
51	Parafuso fixação banco dianteiro LE	42Nm	68Nm	☆
52	Torquear torre da suspensão dianteira LD	42Nm	68Nm	☆
53	Torquear torre da suspensão dianteira LE	42Nm	68Nm	☆
54	Fixação do volante do virabrequim 2ª etapa	80Nm	160Nm	☆
55	Fixação da polia observadora de coque	72Nm	115Nm	☆
56	Fixação da transmissão no motor 1ª configuração	50Nm	60Nm	☆
57	Fixação da transmissão no motor 2ª configuração	50Nm	60Nm	☆
58	Fixação do coxim traseiro LE	60Nm	70Nm	☆
59	Fixação do suporte do coxim frontal	50Nm	60Nm	☆
60	Fixação da porca trava do conjunto do amortecedor dianteiro	75Nm	85Nm	☆
61	Fixação da porca trava do conjunto do amortecedor traseiro	22Nm	28Nm	☆
62	Fixação dos parafusos do cabeçote 3ª etapa	42Nm	120Nm	☆
63	Fixação do parafuso da correia dentada	61,5Nm	100Nm	☆

Fonte: Próprio autor

3.3.1 Criação das Cartas de Torque pela Engenharia de Processos

A Engenharia de Processos na montadora Δ após receber a lista com as fixações de torques críticos e significativos pela Engenharia de Produto fica responsável por criar as chamadas “Cartas de Torque” para cada fixação, seja ela significativa ou crítica.

As cartas de torque ficam diretamente nas áreas dos times na área produtiva e contém todas as informações necessárias que o operador precisa saber sobre cada fixação de torque, segue abaixo as informações que contém nas cartas de torque:

- **Característica:** Crítica ou significativa;
- Responsável e atualização;
- Estação de trabalho que a fixação se encontra;
- A descrição da fixação;
- *Part Number* da porca ou parafuso;
- Plataforma do projeto;
- Especificação da máquina e processo;
- Ferramentas utilizadas;
- Frequência de calibração e aferição;
- Frequência que é verificada pela Produção e Qualidade;
- Imagem da fixação de torque.

Abaixo seguem imagens das pastas que ficam nos times de produção na área produtiva contendo as cartas de torques críticos e significativos:

Figura 12 - Pasta dos torques críticos



Fonte: Próprio autor

Figura 13 - Pasta dos torques significativos



Fonte: Próprio autor

Para melhor exemplificar as cartas de torque que são criadas pela Engenharia de Processos na montadora Δ , seguem abaixo imagens de uma carta de torque crítico e uma carta de torque significativo:

Figura 14 - Carta de torque crítico

Fonte: Próprio autor

Figura 15 - Carta de torque significativo

		Característica * 2015		Aprovação / Revisão Descrição da Revisão		Processo		Produção		Qualidade		Manutenção		
Nº CTA	Número da Estação de Trabalho	Descrição Elem. do Processo:		Nº	Nome	Data	Nome	Data	Nome	Data	Nome	Data		
1	ITA-ZF007	Sub-Montagem Controlador ABS		1	ATUALIZAÇÃO	RENATO	12/10/15	PEDRO	12/10/15	HERON	12/10/15	JEPERSON	12/10/15	
Descrição do KPC:		Tipo												
Parafuso montagem módulo ABS no suporte		S/C												
KCC: TORQUE		Plataforma A15PL / J15PL		Código Opcional:		QUADRO PRIMARIO						Colaboração / Atividade		
P. Number A11-3550095		Celer		Nº	Loc.	Nome do Controle		Especificação (Nm)		Ferramenta				
						Máquina	Processo	Tipos	Nº	Back-up		Resp.	Freq.	
				1		Parafuso montagem módulo ABS no suporte	16x1	8.5 a 13.5	Apertadora elétrica	ASOLB-0039			Manutenção	Trimestral
									Torquimetro	ASSOT-0082			Produção	1x/03
IMAGEM / DESENHO														
														
QUADRO DE CONTROLE: Produção														
Nº	Caixa	Especificação (Nm)		Freq.	Regist. dados	Freq.	Nº	Caixa	Freq.	Responsável				
		Máquina	Processo											
1	Tinta lacre	-	-	100%	-	Prod.	1	Verificação Visual	100%	Qualidade				
2	Carta de tensão	16x1	8.5 - 13.5	3x / Turno	-	Prod.	2	Carta tensão	2x sem	Qualidade				

Fonte: Próprio autor

3.4 Equipe responsável pelo desenvolvimento e implantação do procedimento de Monitoria de Torque

Com o início da produção em alto volume do novo carro na montadora Δ, a alta direção da Organização com toda sua experiência no segmento verificou que as fixações de torque da fábrica de montagem (*Assembly Shop*) embora bem controladas pela Engenharia de Processos deveriam também ser monitoradas por um outro departamento. O objetivo era que se porventura ocorresse algum problema de torque, esse problema deveria de qualquer maneira ser identificado dentro da própria planta.

Dessa forma, por ordem do Diretor e Gerente do departamento de Qualidade, foi formada uma pequena equipe responsável por desenvolver e implantar o procedimento de monitoria de torque na fábrica de montagem (*Assembly Shop*) para monitorar as fixações de torques críticos e significativos do projeto J15 / A13.

A equipe então foi composta por um Supervisor de Qualidade, um Analista de Qualidade de Processos, sendo esse o autor desse estudo, um Analista de Qualidade de Sistemas e por um Inspetor de Qualidade.

3.4.1 Responsabilidades dos membros da equipe

O Supervisor de Qualidade ficou responsável por coordenar todo o trabalho do Analista de Qualidade de Processos, por utilizar métodos estatísticos como cartas de controle e CP e CPK para cada fixação, por estabelecer a frequência da monitoria de torque e o que seria verificado nessa monitoria. Com o suporte do Gerente de Qualidade definiu-se então que para torques críticos a monitoria seria diária e para torques significativos a monitoria seria realizada duas vezes por semana.

O Analista de Qualidade de Processos ficou responsável por criar toda a sistemática de verificação através de uma planilha com o Microsoft Excel, por criar o mapeamento e rota de todos os torques críticos e significativos que serão verificados e por acompanhar o Inspetor de Qualidade na realização da monitoria. O objetivo do acompanhamento seria para mostra-lo o que verificar, de que forma verificar e como preencher a planilha e as cartas de controle que irão gerar os índices CP e CPK.

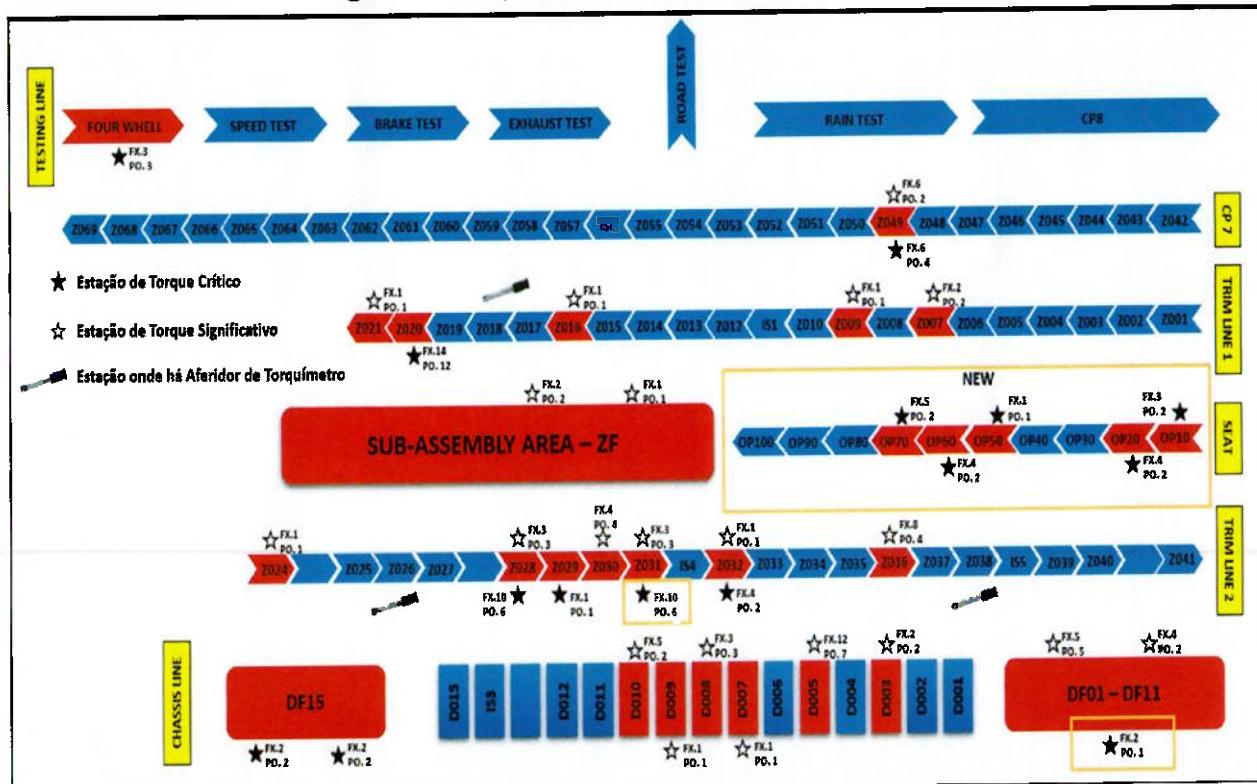
E por fim o Analista de Qualidade de Sistemas ficou responsável por criar o escalonamento de alarme da monitoria de torque. O escalonamento de alarme é um método utilizado para todos os procedimentos existentes na montadora Δ , nele está descrito que ação deve ser tomada para cada não conformidade encontrada na monitoria de torque feita pelo Inspetor de Qualidade.

3.5 Mapeamento e Rotas para execução da Monitoria de Torque

Utilizando as listas de torques críticos e significativos do processo de manufatura da fábrica de montagem (*Assembly Shop*), o Analista de Qualidade de Processos pôde criar o mapeamento para a realização da monitoria utilizando as estações de trabalho em que se encontram as fixações de torque.

Segue abaixo imagem desse mapeamento:

Figura 16 - Mapeamento do processo do Assembly Shop



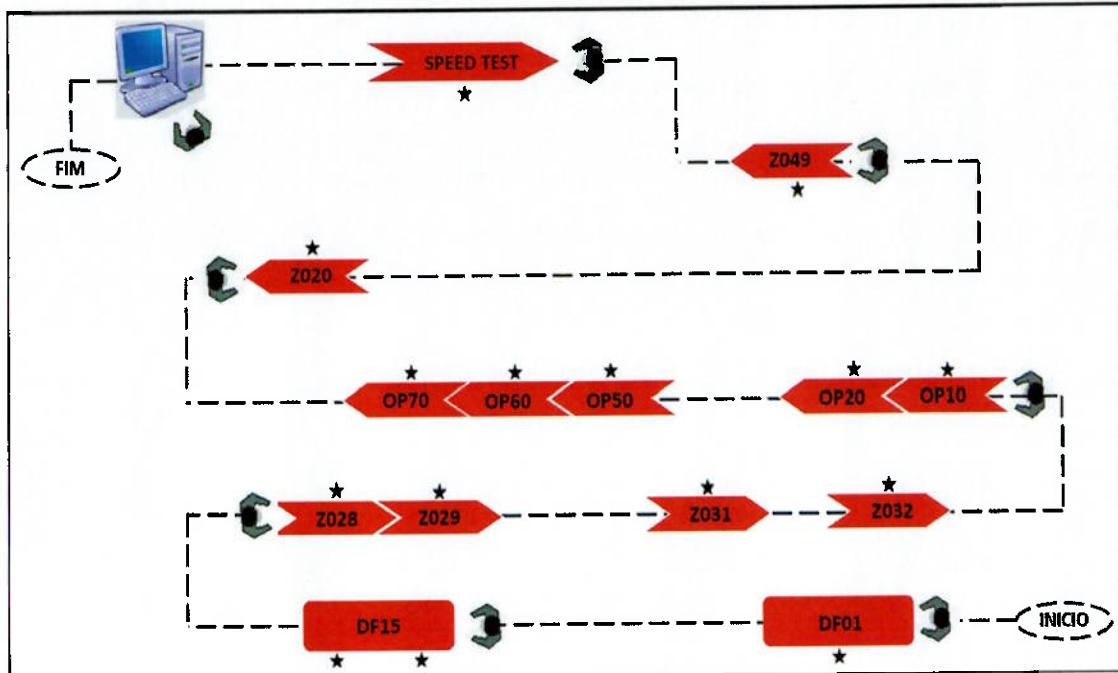
Fonte: Próprio autor

Através desse mapeamento é possível verificar em quais estações existem fixações de torques críticos (estrela cheia) e torques significativos (estrelas vazias). Pode também visualizar onde se encontram os aferidores de torquímetros que são

utilizados pelos times de produção, atividade essa que será melhor explicada ao longo desse estudo. Com o mapeamento desenvolvido o Analista de Qualidade de Processos criou então as rotas que o Inspetor irá utilizar para realizar as monitorias.

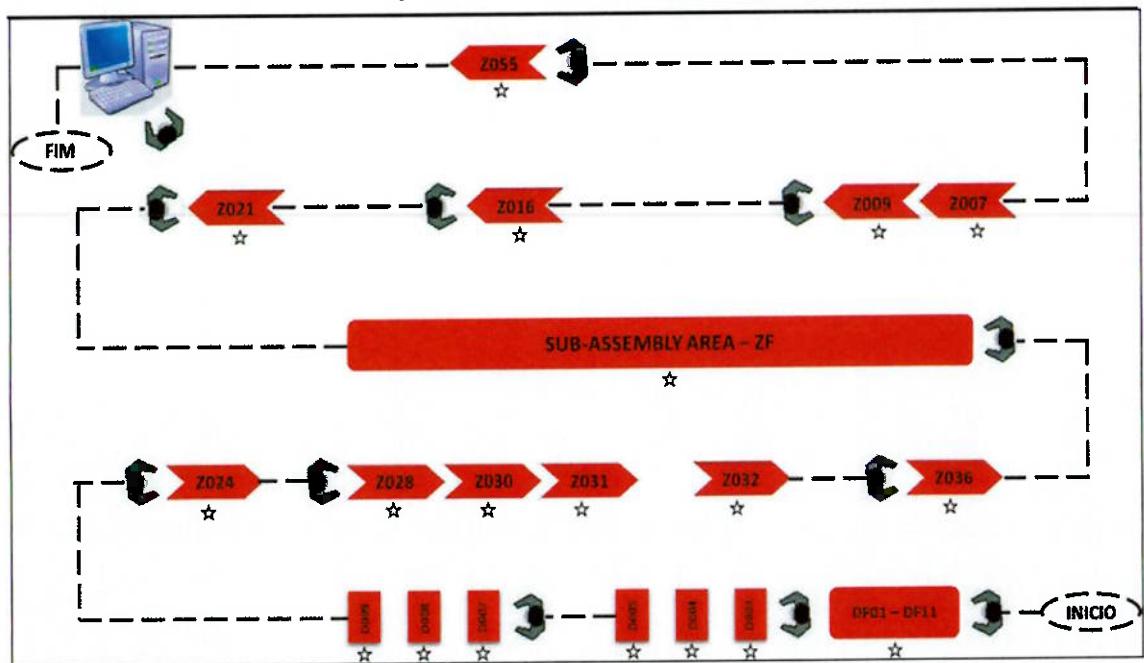
Seguem abaixo imagens das rotas para realização das monitorias:

Figura 17 - Rota dos torques críticos



Fonte: Próprio autor

Figura 18 - Rota dos torques significativos



Fonte: Próprio autor

As rotas para a realização das monitorias são de extrema importância para o andamento do procedimento, pois o Inspetor tem o ganho ergonômico através da redução de sua caminhada e também tem o ganho no tempo, fazendo com que consiga coletar os torques, verificar todos os itens e preencher as planilhas.

3.6 A Execução da Monitoria de Torque

Para a execução da monitoria de torque o Inspetor utiliza uma planilha para torques críticos e um planilha para torques significativos que foi criada pelo Analista de Qualidade de Processos com ajuda do Microsoft Excel. A planilha de torques críticos é diariamente atualizada e a planilha de torques significativos é atualizada duas vezes por semana, ambas seguindo a frequência que foi definida pela alta direção da Qualidade.

Esses arquivos em Excel que possuem os nomes de “monitoramento de torques críticos” e “monitoramento de torques significativos” apresentam todos os itens que são verificados na sua respectiva monitoria de torque, além de mostrarem em seus cabeçalhos a frequência que cada item é verificado e legendas utilizadas para o preenchimento do mesmo.

O arquivo para monitoramento de torques críticos é fechado mensalmente, onde cada fixação possui sua própria carta de controle e gera seus índices de capacidade, CP e CPK.

Já o arquivo para monitoramento de torques significativos é fechado de 3 em 3 meses e cada fixação também possui sua própria carta de controle e gera seus índices de capacidade, CP e CPK.

Para gerar os índices de capacidade para cada fixação a montadora Δ utiliza sempre um total de 25 amostras, sendo assim para a monitoria de torques críticos ela completa com a quantidade necessária de amostras coletadas do mês subsequente e para a monitoria de torques significativos ela utiliza as amostras dos 3 meses.

Para melhor entendimento de como é executada toda a monitoria de torque e tudo que foi dito acima, serão inseridas várias imagens com seus respectivos comentários na sequência do estudo.

Inicialmente o exemplo será sobre uma fixação considerada crítica que é a montagem da “articulação do eixo traseiro lado esquerdo”:

Figura 19 - Planilha para a monitoria de torque crítico

1	CONTROLE DE PROCESSO	1X AO DIA	O - OK / X - NOK SP - SEM PRODUÇÃO F - FERIADO	4	CALIBRAÇÃO DA FERRA.	1X AO MÊS																								
2	FERRAMENTA			5	MATERIAL																									
3	ERROR PROOFING			6	DOCUMENTAÇÃO																									
7	CONTROLE DO TORQUIMETRO																													
MONITORAMENTO DE TORQUES CRÍTICOS																														
1	CONTROLE DE PROCESSO	1X AO DIA	O - OK / X - NOK SP - SEM PRODUÇÃO F - FERIADO	4	CALIBRAÇÃO DA FERRA.	1X AO MÊS																								
2	FERRAMENTA			5	MATERIAL																									
3	ERROR PROOFING			6	DOCUMENTAÇÃO																									
7	CONTROLE DO TORQUIMETRO																													
DATA																														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
23	FIXAÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO EIXO TRASEIRO LE / 93NM A 137NM																				ESTAÇÃO - Z028		★							
1	Controle de Processo																													
2	Ferramenta	APN ASWQA-0004																												
3	Error Proofing	NA																												
4	Calibração da F.	27/06/2016																												
5	Material	N90288503 / N90354401																												
6	Documentação	CTA-021																												
7	Controle de Torq.	AS5DT-0031																												

Fonte: Próprio autor

Conforme já mencionado a imagem acima é de uma planilha feita através do Microsoft Excel e, é nela que o inspetor da monitoria de torque preenche todos os campos necessários com seus respectivos dias do mês.

É possível verificar que a imagem é referente ao mês de abril de 2016 e ela evidencia a “fixação da articulação do eixo traseiro lado esquerdo”, sua especificação máxima e mínima, que essa fixação é montada na estação Z028 e tem característica crítica, pois faz parte da planilha de monitoramento de torques críticos e possui estrela cheia.

No seu canto esquerdo numerado de 1 a 7 mostra o que o inspetor deve verificar e na parte superior mostra a frequência com que o inspetor deve verificar cada item. Então, conforme em destaque, os itens 1, 2, 3 e 7 são verificados diariamente pelo inspetor, porém os itens 4, 5 e 6 são verificados apenas uma vez ao mês. Quando os itens são verificados e estão Ok, o inspetor preenche através da letra “O” e quando os itens não estão Ok, o inspetor preenche através da letra “X”. Para os dias que não possuem produção, como sábado e domingo, o inspetor preenche através das letras “SP” e para feriados que também não há produção o inspetor preenche com a letra “F”.

No item número 1 - “controle de processo e torque encontrado” o inspetor deve medir o torque e preencher com o torque encontrado, além de preencher com as letras “O” ou “X” se o mesmo está dentro dos limites de especificação

No item número 2 - “ferramenta” o inspetor deve verificar realmente se a ferramenta usada pelo operador naquela fixação é uma “A PN”, ou seja, apertadeira pneumática e seu código é o “ASWQA-0004. Conforme imagem abaixo:

Figura 20 - Apertadeira pneumática, ASQWA-0004



Fonte: Próprio autor

No item número 3 - “error proofing” o inspetor deve verificar se naquela fixação o operador utiliza algum dispositivo à prova de erros, porém esse item está sendo considerado “NA” na monitoria de torque, ou seja, não aplicável para todas as fixações.

No item número 4 - “calibração da ferramenta” o inspetor deve verificar através de uma planilha que é disponibilizada por uma empresa terceirizada de calibração que fica dentro da montadora Δ se a ferramenta se encontra dentro do prazo de calibração. Segue imagem abaixo da empresa terceira M. Shimizu:

Figura 21 - Empresa terceirizada M. Shimizu



Fonte: Próprio autor

No item número 5 - "material" o inspetor deve verificar se a porca e parafuso utilizados naquela fixação estão conforme o material que foi especificado pela engenharia para aquela operação. Conforme imagem abaixo:

Figura 22 - Material utilizado na fixação da articulação do eixo traseiro LE

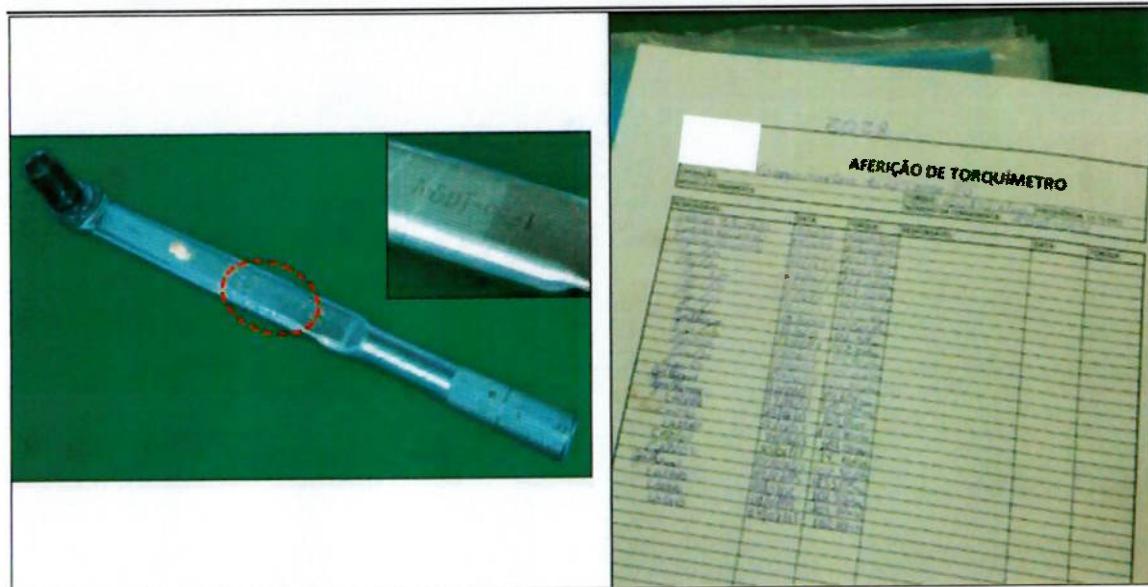


Fonte: Próprio autor

No item número 6 - "documentação" o inspetor deve verificar se naquela estação de trabalho, a Z028, há a carta de torque 021 dentro da pasta de torques críticos daquele respectivo time de processo.

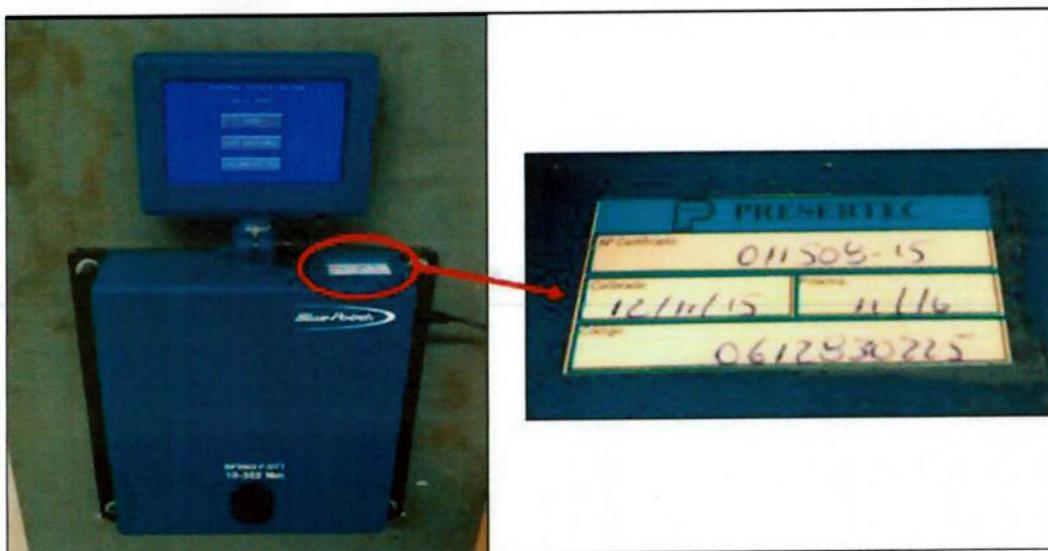
E para finalizar o item número 7 - “controle de torquímetro” o inspetor deve verificar se o torquímetro que é utilizado naquela operação foi aferido pelo operador através do aferidor de torquímetros que fica localizado na própria área produtiva e se o mesmo possui o código ASSDT-0031. Conforme imagens abaixo:

Figura 23 - Torquímetro ASSDT-0031 e controle de aferição de torquímetro



Fonte: Próprio autor

Figura 24 - Aferidor de torquímetros e sua data de calibração



Fonte: Próprio autor

Para finalizar o exemplo sobre uma fixação considera crítica, segue abaixo exemplo de como fica a planilha após a monitoria de todo o mês de abril finalizada pelo inspetor:

Figura 25 - Planilha para monitoria de torque crítico preenchida

1	CONTROLE DE PROCESSO	1X AO DIA	O -OK / X -NOK			1X AO MÊS																												
2	FERRAMENTA		SP - SEM PRODUÇÃO																															
3	ERROR PROOFING		F - FERIADO																															
7	CONTROLE DO TORQUIMETRO																																	
MONITORAMENTO DE TORQUES CRÍTICOS																																		
1	CONTROLE DE PROCESSO	1X AO DIA	O -OK / X -NOK			4	CALIBRAÇÃO DA FERRA.																											
2	FERRAMENTA		SP - SEM PRODUÇÃO			5	MATERIAL																											
3	ERROR PROOFING		F - FERIADO			6	DOCUMENTAÇÃO																											
7	CONTROLE DO TORQUIMETRO																																	
DATA																																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
23	FIXAÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO EIXO TRASEIRO LE / 93NM A 137NM																				ESTAÇÃO - Z028			★										
1	Controle de Processo	O	SP	SP	O	O	O	O	SP	SP	O	O	O	O	O	SP	SP	O	O	O	F	F	SP	SP	O	O	O	O	SP	-				
1	Torque Encontrado	116	SP	SP	121	118	119	112	122	SP	SP	117	113	120	112	122	SP	SP	119	115	115	F	F	SP	SP	121	118	123	115	117	SP	-		
2	Ferramenta APN ASWQA-0004	O	SP	SP	O	O	O	O	SP	SP	O	O	O	O	O	SP	SP	O	O	O	F	F	SP	SP	O	O	O	O	SP	-				
3	Error Proofing	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
4	Calibração da F	17/06/2016																																
5	Material	N90238503 / N90354401																																
6	Documentação	CTA-821																																
7	Controle de Torq.	ASSDT-0031	O	SP	SP	O	O	O	O	SP	SP	O	O	O	O	SP	SP	O	O	O	F	F	SP	SP	O	O	O	O	SP	-				

Fonte: Próprio autor

Para a realização da monitoria de torques significativos a sistemática segue a mesma utilizada para a monitoria de torques críticos, porém como já foi mencionado no decorrer do estudo, possui uma frequência diferente.

Segue exemplo sobre uma fixação considerada significativa que é a montagem da “viga dianteira à carroceria lado esquerdo”:

Figura 26 - Planilha para a monitoria de torque significativo

1	CONTROLE DE PROCESSO	2X POR SEMANA	0 -OK / X -NOK SP - SEM PRODUÇÃO F - FERIADO	4	CALIBRAÇÃO DA FERRA.	1X AO MÊS																								
2	FERRAMENTA			5	MATERIAL																									
3	ERROR PROOFING			6	DOCUMENTAÇÃO																									
7	CONTROLE DO TORQUIMETRO																													
MONITORAMENTO DE TORQUES SIGNIFICATIVOS																														
1	CONTROLE DE PROCESSO	2X POR SEMANA	0 -OK / X -NOK SP - SEM PRODUÇÃO F - FERIADO	4	CALIBRAÇÃO DA FERRA.	1X AO MÊS																								
2	FERRAMENTA			5	MATERIAL																									
3	ERROR PROOFING			6	DOCUMENTAÇÃO																									
7	CONTROLE DO TORQUIMETRO																													
DATA																														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
45	FIXAÇÃO DA VIGA DIANTEIRA À CARROCERIA LE / 42Nm a 62Nm																				ESTAÇÃO - Z031		*							
1	Controle de Processo																													
1	Torque Encontrado																													
2	Ferramenta M EL	BX0920-000003																												
3	Error Proofing	NA																												
4	Calibração de F	17/05/16																												
5	Material	A13-2801064																												
6	Documentação	CTA-046																												
7	Contr. Torq.	NA																												

Fonte: Próprio autor

Assim como na monitoria de torques críticos, é nessa planilha que o inspetor preenche a coleta dos dados da monitoria dos torques significativos, porém em uma frequência diferente.

A imagem também é referente ao mês de abril de 2016 e ela evidencia a “fixação da viga dianteira à carroceria lado esquerdo”, sua especificação máxima e mínima, que essa fixação é montada na estação Z031 e tem característica significativa, pois faz parte da planilha de monitoramento de torques significativos e possui estrela vazia.

Os itens a verificar que estão do lado esquerdo numerados de 1 a 7 e a forma de preenchimento seguem o mesmo método utilizado para a monitoria de torques críticos, mas dessa vez os itens 1, 2, 3 e 7 são verificados duas vezes por semana e os itens 4, 5 e 6 seguem sendo verificados apenas uma vez ao mês.

Dessa forma, como cada item já foi bem exemplificado, segue abaixo exemplo de como fica a planilha de monitoramento de uma fixação significativa após a monitoria de todo o mês de abril finalizada pelo inspetor:

Figura 27 - Planilha para monitoria de torque significativo preenchida

1	CONTROLE DE PROCESSO	2X POR SEMANA	O - OK / X - NOK			1X AO MÊS																									
2	FERRAMENTA		SP - SEM PRODUÇÃO																												
3	ERROR PROOFING		F - FERIADO																												
7	CONTROLE DO TORQUIMETRO																														
MONITORAMENTO DE TORQUES SIGNIFICATIVOS																															
1	CONTROLE DE PROCESSO	2X POR SEMANA	O - OK / X - NOK	4	CALIBRAÇÃO DA FERRAMENTA																										
2	FERRAMENTA		SP - SEM PRODUÇÃO	5	MATERIAL	1X AO MÊS																									
3	ERROR PROOFING		F - FERIADO	6	DOCUMENTAÇÃO																										
7	CONTROLE DO TORQUIMETRO					Abri 2016																									
DATA																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
45	FIXAÇÃO DA VIGA DIANTEIRA À CARROCERIA LE / 42Nm a 62Nm																				ESTAÇÃO - Z031		★								
1	Controle de Processo	O	SP	SP	O	O	SP	SP	O	O	SP	SP	O	O	F	F	SP	SP	O	O	SP	-									
2	Torque Encontrado	53	SP	SP	51	50	SP	SP	49	52	SP	SP	51	52	F	F	SP	SP	50	53	SP	-									
3	Ferramenta MEL	BX0920 - 000003	O	SP	SP	O	O	SP	SP	O	O	SP	SP	O	O	F	F	SP	SP	O	O	SP	-								
4	Error Proofing	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
5	Calibração da F	17/08/16																													
6	Material	A13-2801064																													
7	Documentação	CTA-046																													
	Contr. Torq.	NA	O	SP	SP	O	O	SP	SP	O	O	SP	SP	O	O	F	F	SP	SP	O	O	SP	-								

Fonte: Próprio autor

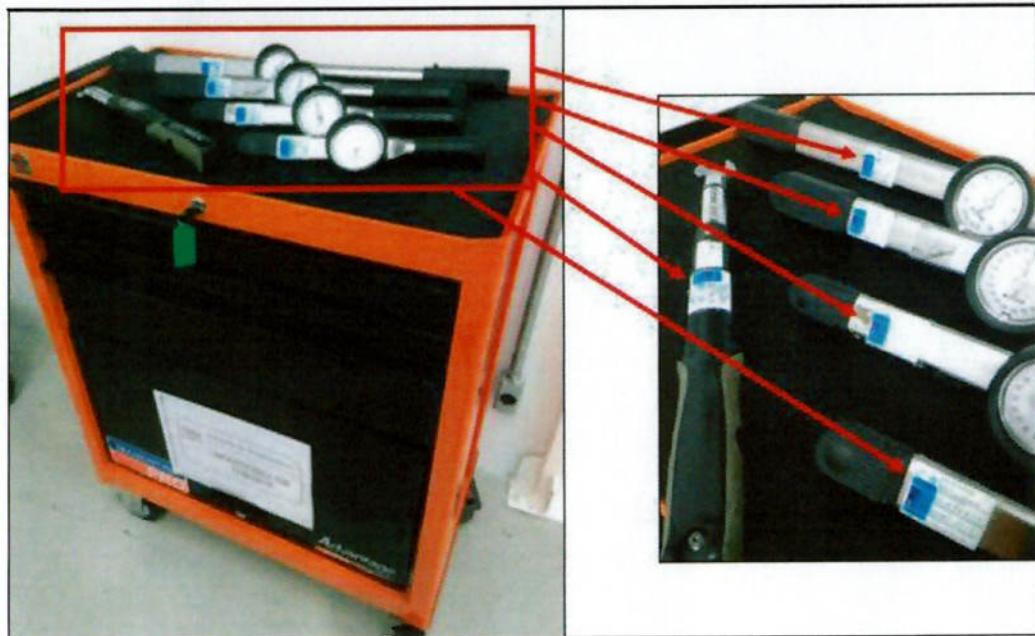
3.6.1 Material e ferramentas do Inspetor para realização da Monitoria de Torque

Para a realização da monitoria de torque o inspetor faz a impressão da planilha para todas as fixações e com o auxílio de uma prancheta vai preenchendo os dados que são coletados para ao final de toda a verificação lançá-los automaticamente no computador.

Para a coleta dos torques ele utiliza torquímetros analógicos e digitais devidamente calibrados com diferentes graus de escala, pois necessita abranger as especificações de todos os torques, sejam ele críticos ou significativos. O inspetor então realiza sua rota com o auxílio de um carrinho de ferramentas que contém seus torquímetros, soquetes e extensões de diferentes tamanhos e chave fixa para torquímetro intercambiável.

Segue abaixo imagem do carrinho de ferramentas e torquímetros utilizados pelo inspetor:

Figura 28 - Carrinho de ferramentas e torquímetros calibrados



Fonte: Próprio autor

3.6.2 Gerando as cartas de controle e CP e CPK de cada fixação

Tendo como base as rotas criadas para a monitoria de toque, ao seu final o inspetor insere todos os dados coletados em sua planilha eletrônica e também insere esses dados em outros arquivos criado pelo Microsoft Excel. Esses outros arquivos são as cartas de controle e índices de capacidade de processo CP e CPK que serão gerados com a plotagem dos torques encontrados. Como já foi utilizada para exemplificar a execução da monitoria de torque, a fixação crítica montagem da “articulação do eixo traseiro lado esquerdo” do mês de abril será novamente usada, porém agora para explicar esse processo estatístico.

Ao final do mês de abril foram coletadas 19 amostras dessa fixação, então utilizou-se das primeiras 6 amostras coletadas no mês de maio para que se pudesse fechar a carta de controle do mês de abril, gerando assim os índices de capacidade do processo. Segue abaixo imagens de como é o arquivo onde plota-se os dados e assim realiza o monitoramento estatístico de cada fixação:

Figura 29 - Arquivo para monitoramento estatístico

23	FIXAÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO EIXO TRASEIRO LE		DOC. N.	CTA-021
Equipamento	ASQW A-0004 / ASSD T-0031	Modelo	A13 / J15	
Especificação	93Nm a 137Nm	Data	Abril de 2016	
Frequência	1x ao Turno	Planta	Jacareí	
Amostras				
01	116			
02	121			
03	118			
04	119			
05	112			
06	122			
07	117			
08	113			
09	120			
10	112			
11	122			
12	119			
13	115			
14	115			
15	121			
16	118			
17	123			
18	115			
19	117			
20	111			
21	118			
22	121			
23	114			
24	112			
25	116			
Σ	2928	Soma das amostras		
N	25	Número de amostras		
X	117	Média das amostras		
Ampl	12	Amplitude		

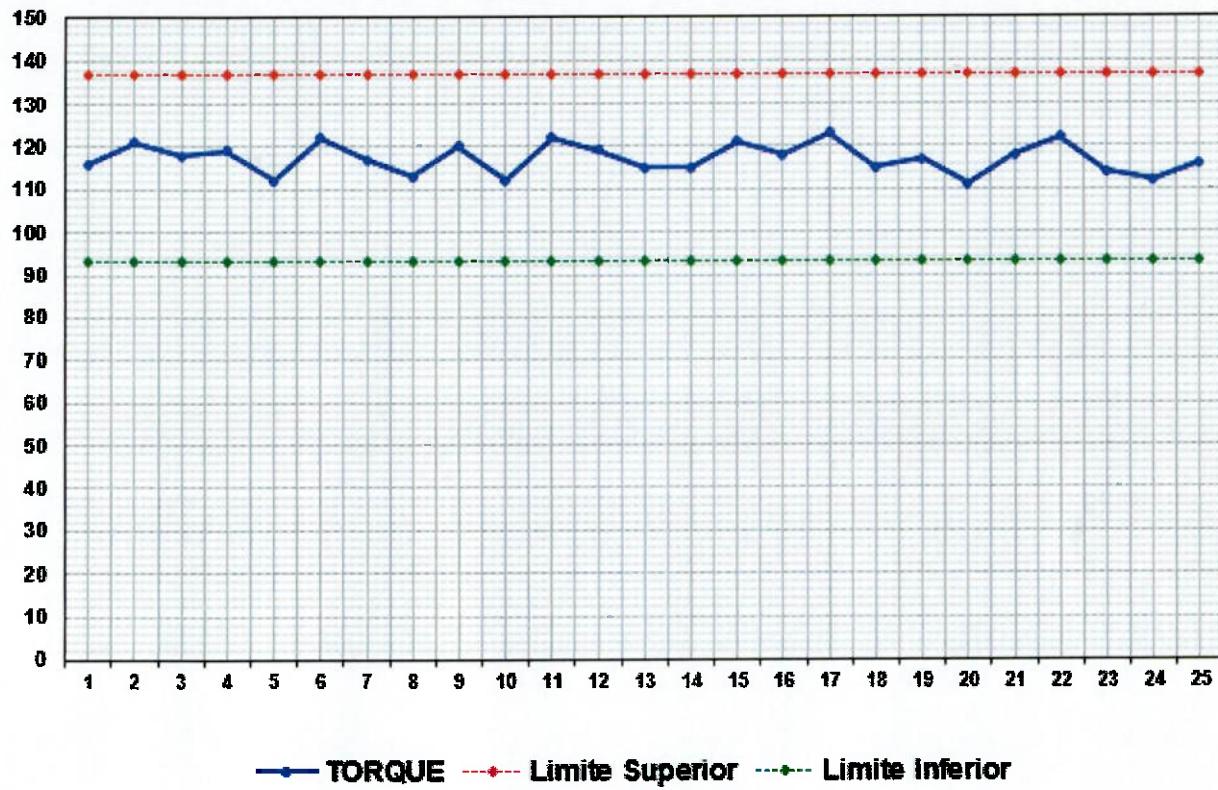
Fonte: Próprio autor

No cabeçalho do arquivo é apresentado o nome da fixação, o número da sua carta de torque, o código dos instrumentos utilizados naquela operação, a especificação desse torque, qual a frequência que ele é coletado, qual o nome de seu projeto, além do respectivo mês e cidade onde é localizada a planta.

Na sua parte inferior é plotado todos os torques encontrados do mês de abril mais a adição das 6 amostras iniciais coletadas do mês de maio, além de dados como soma das amostras, número de amostras, média das amostras e amplitude, sendo todos esses adquiridos através de seus respectivos cálculos.

Sendo assim, é possível gerar a carta de controle do mês de abril da fixação da "articulação do eixo traseiro lado esquerdo":

Figura 30 - Carta de controle da fixação da articulação do eixo traseiro LE, mês de abril



Fonte: Próprio autor

E também gerar o resultado da capacitação do processo avaliando os índices CP e CPK da respectiva fixação para o mês de abril. Para que isso seja possível, adquira-se através de seus respectivos cálculos o desvio padrão, o "Z" superior / inferior e o "Z" mínimo, seguem os valores conforme figura abaixo:

Figura 31 - Desvio padrão, Z superior / inferior e Z mínimo

σ	3,609
Z superior	5,508
Z inferior	6,683
Z mínimo	5,508

Fonte: Próprio autor

Com o uso de todos os dados que já foram apresentados calcula-se primeiramente o índice CP através da equação abaixo:

$$CP = \frac{LSE - LIE}{6 \times \sigma} = \frac{137 - 93}{6 \times 3,609} = 2,032$$

Onde:

LSE = Limite superior de especificação

LIE = Limite inferior de especificação

σ = Desvio padrão

Com o CP se mostrando ≥ 1 a montadora Δ considera que processo é potencialmente capaz, pois produz itens dentro dos limites de especificação. Então recomenda-se utilizar o índice CPK para que possa mensurar a centralização do processo.

O índice CPK é calculado através da equação abaixo:

$$CPK = \frac{Z_{\text{mínimo}}}{3} = \frac{5,508}{3} = 1,836$$

Onde:

$Z_{\text{mínimo}}$ = menor valor entre Z superior e Z inferior.

O processo se mostra capaz de atender as especificações, pois para a montadora Δ o CPK das fixações deve ser $\geq 1,33$.

Portanto, em vista de todos os argumentos e imagens apresentados acima pode-se afirmar que a montadora Δ considera aprovado o resultado da capacitação da fixação da “articulação do eixo traseiro lado esquerdo”.

3.7 O Escalonamento de Alarme da Monitoria de Torque

Esse escalonamento é um método interno que auxilia o trabalho do inspetor de torque. Ele descreve qual ação deve ser tomada quando o inspetor encontra alguma não conformidade na execução da monitoria. O método é dividido em duas partes, sendo a primeira responsabilidade do inspetor e a segunda responsabilidade do Supervisor de Qualidade. Segue abaixo imagem desse escalonamento com responsabilidade do inspetor:

Figura 32 - Escalonamento de alarme da monitoria de torque para o Inspetor

ESCALONAMENTO DE ALARME QUALIDADE					
MONITORIA DE TORQUE					
RESPONSABILIDADE		DEFEITOS	OCORRÊNCIA	FREQUÊNCIA	O QUE FAZER ?
Inspetor de Torque	Monitoria de Produto	TORQUE CRITICOS	1º	Diária	Avisar o Líder de Produção e o Supervisor da Qualidade e registrar o atendimento através do formulário do Comunicação de Escalonamento de Alarme
		TORQUES SIGNIFICATIVOS	1º	2x Por semana	
	Monitoria de Processo	MONITORIA: - Aferição de Torquímetros - PN do material - Calibração dos Instrumentos - Cartas de Torque	1º	Diária	Avisar o Líder de Produção e registrar o atendimento através do formulário do Comunicação de Escalonamento de Alarme, assim a área tem 7 dias para correção

Fonte: Próprio autor

O inspetor realiza as ações descritas no campo “o que fazer” quando ocorre alguma não conformidade baseada no campo “defeitos”. Se a não conformidade for relacionada com o torque encontrado de uma fixação crítica ou significativa ele avisa o Líder de Produção e o Supervisor de Qualidade, além de registrar o atendimento no formulário “comunicação de escalonamento de alarme”.

Figura 33 - Comunicação de escalonamento de alarme

COMUNICAÇÃO DE ESCALONAMENTO DE ALARME					
	DATA	NOME	REGISTRO	ASSINATURA	VIN do Veículo
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Fonte: Próprio autor

E se a não conformidade for relacionada com a aferição diária do torquímetro utilizado na montagem, ou o PN (*part number* - código da peça) do material, ou a calibração dos instrumentos, ou com a ausência da carta de torque na área produtiva, o inspetor avisa o Líder de Produção e registra o atendimento no formulário, além de ele mesmo acompanhar se a área fará a correção do item no período de sete dias.

Segue abaixo novamente imagem do escalonamento, porém agora com responsabilidade do Supervisor:

Figura 34 - Escalonamento de alarme da monitoria de torque para o Supervisor

ESCALONAMENTO DE ALARME QUALIDADE					
MONITORIA DE TORQUE					
RESPONSABILIDADE		DEFEITOS	OCORRÊNCIA	FREQUÊNCIA	O QUE FAZER ?
Supervisor de Qualidade	Monitoria de Produto	TORQUE CRÍTICOS	1º	Diária	Avisar o Líder de Produção e o Especialista da Qualidade e emitir "8D" para o <u>Especialista da Produção</u>
		TORQUES SIGNIFICATIVOS	2º	15 dias	
	Monitoria de Processo	MONITORIA: - Aferição de Torquímetros - PN do material - Calibração dos Instrumentos - Cartas de Torque	2º	7 dias	

Fonte: Próprio autor

Então após receber o aviso do inspetor da monitoria de torque, o Supervisor realiza a ação descrita no campo “o que fazer” obedecendo a frequência estabelecida para cada defeito. Para um defeito relacionado a um torque crítico, logo no primeiro caso ele comunica o Líder de Produção e o Especialista da Qualidade e emite o 8D para que o Especialista de Produção possa tomar as ações necessárias. Para um defeito relacionado a um torque significativo ele toma as mesmas ações, porém obedecendo que esse defeito tenha ocorrido no mínimo duas vezes dentro de um período de quinze dias. E para um defeito dos outros itens da monitoria ele toma as mesmas ações, porém obedecendo que esse defeito tenha ocorrido duas vezes dentro de um período de sete dias.

O 8D (8 ações ou 8 disciplinas) é uma metodologia utilizada dentro da montadora Δ e é utilizado para que sejam tomadas as ações para a resolução das não conformidades.

4 RESULTADOS ALCANÇADOS

O principal resultado atingido foi o sucesso da implantação desse procedimento e o cumprimento do principal objetivo, que era assegurar que as principais fixações dos componentes montados na fábrica de montagem (*Assembly Shop*) seriam controladas.

Outro resultado muito satisfatório alcançado foi que com a implantação desse procedimento a montadora Δ pôde atender a requisitos da auditoria de processo VDA 6.3 (*Verband Der Automobilindustrie* - Associação dos Fabricantes da Indústria Automotiva) que é realizada através da equipe de auditoria interna.

O controle das datas de calibração de todos os instrumentos de medição utilizados na fábrica de montagem, sejam eles apertadeiras pneumáticas ou elétricas, torquímetros e máquinas eletrônicas pode também se considerado como um resultado positivo.

5 CONCLUSÃO

No cenário atual em que as empresas automotivas nacionais passam por uma de suas maiores crises, as montadoras têm se dedicado em questões que visam alcançar a satisfação do cliente com o menor custo possível. Buscando se manter competitivas em meio a um mercado decadente ou no mínimo estagnado elas precisam garantir confiabilidade na fabricação de seus produtos, sendo assim utilizam novos métodos e procedimentos.

Esse estudo apresentou um procedimento de monitoria de torque utilizado por uma montadora recentemente chegada ao Brasil, com o objetivo de mostrar todo o processo de implantação até a forma de execução e obtenção dos resultados.

Com o crescimento da competitividade no mercado automotivo, as montadoras tentam passar através de campanhas publicitárias e principalmente novos projetos uma imagem atrativa para seus clientes, mas se porventura ocorram reclamações de campo que afetem a segurança do produto, toda sua imagem pode ser denegrida.

O procedimento para monitoria de torque na manufatura de um veículo é extremamente importante, pois com sua operação a empresa se certifica que não terá problemas de campo e qualquer tipo de *recall*, evitando assim uma má imagem de seu produto e garantindo que não terá despesas com o andamento do projeto no mercado, vide exemplo de concorrente alemã que recentemente sofreu um *recall* e seu prejuízo já ultrapassou bilhões.

Conclui-se que o objetivo desse estudo foi atingido, pois o mesmo mostrou que com organização e processos bem definidos qualquer montadora pode controlar suas fixações de torque mesmo que de forma manual, utilizando a princípio apenas uma mão de obra para a execução do procedimento implantado. O estudo demonstrou ainda que usufruindo de métodos estatísticos o custo final para a implantação de um procedimento desse porte foi baixo, tornando-se assim um benefício aos cofres da montadora Δ.

Em vista dos argumentos apresentados sugere-se que esse tipo de procedimento possa ser analisado pela alta direção das organizações do segmento automobilístico, pois gera muitos benefícios e busca a satisfação do cliente.

5.1 Trabalhos Futuros

Considerando o assunto abordado nesse estudo, há a possibilidade de trabalhos futuros serem aplicados na montadora Δ , pois empresas renomadas que atuam no segmento de metrologia possuem novas metodologias e equipamentos para realização de monitoria dos torques.

Uma grande empresa do ramo e que já foi citada ao longo desse estudo, M. Shimizu, possui em seu portfólio de produtos, as chaves chamadas de *Freedom 1* e *Freedom 2*.

A chave *Freedom 1* é equipada com cartão eletrônico e possibilita a coleta de torque de forma totalmente digital. Ela mede o torque residual, além de possuir um alarme visual, ser utilizada com diferentes cabeçotes (catraca reversível ou chaves fixas) e ser operada conectada a um software chamado *Pocket-SQnet*.

Figura 35 - Chave Freedom 1



Fonte: [\(2016\)](http://www.mshimizu.com.br/produtos.php?id=237&Freedom-1-QC-(inspecao))

A chave *Freedom 2* possui as mesmas características da chave *Freedom 1*, porém seu alarme além de visual é também sonoro e ela pode ser operada tanto conectada ao software *Pocket-SQnet* como também de forma *Stand alone*, ou seja, pode ser operada sem a necessidade de estar conectada em algum software.

Figura 36 - Chave Freedom 2



Fonte: [\(2016\)](http://www.mshimizu.com.br/produtos.php?id=238&Freedom-2-QC-(inspecao))

Com a utilização desses equipamentos o inspetor continuaria coletando os torques das fixações, porém não precisaria mais inserir em arquivos Excel todos os dados encontrados, pois através do software *Pocket-SQnet* as cartas de controle e os índices de capacidade de cada fixação são gerados automaticamente.

Conclui-se que esses equipamentos são muito robustos e otimizariam o processo de monitoria de torque, mas a montadora Δ teria que realizar um alto investimento.

REFERÊNCIAS

- ALIEXPRESS. **Digital torque wrench**. Disponível em:
http://pt.aliexpress.com/store/product/Digital-torque-wrench-WEA4-135CN-6-8-135NM-open-torque-wrench/218639_1451077801.html. Acesso em: 12 mai. 2016.
- ALVES, M. F. **ABC da Metrologia Industrial**. 2 ed. Porto: 2003. 56 p.
- ATLAS COPCO, **Tecnologia do Aperto**: CD Interativo Qualidade Assegurada, 2003.
- CABRAL, P. **Metrologia Industrial**: Uma função de Gestão da Qualidade. Instituto Eletrotécnico Português, 1994. 62 p.
- CARVALHO, M. M. D.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**: Teoria e Casos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 430 p.
- CHERY. **Chery International**: A gigante chinesa. Disponível em:
<http://www.cherybrasil.com.br/chery-international>. Acesso em: 18 mai. 2016.
- CHERY. **Fábrica Chery no Brasil**: Brasileira de chassis, peças e coração. Disponível em: <http://www.cherybrasil.com.br/fabrica>. Acesso em: 18 mai. 2016.
- CONTADOR, J. C. (coord.). **Gestão de Operações**: A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 543 p.
- DA SILVA, J. C. **Metrologia e Controle Dimensional**: Conceitos, normas e aplicações. São Paulo: Elsevier, 2012. 273 p.
- DOS SANTOS, C. A.; PINTO, E. **A influência da seleção de uma ferramenta correta na aplicação de torque na indústria automotiva**. São Paulo: Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva, 2008.
- DOS SANTOS, L. S. **Modelagem e simulação do sistema de inspeção de torques de uma montadora de veículos**: um estudo de caso. 56 p. Monografia (Graduação em Engenharia Automotiva) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2013.
- Dr. CEP. **CP e CPK - “Série: Índices de Capacidade e Performance do Processo”**. Disponível em:
<http://www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/docs/arquivos/doc57/57.html>. Acesso em 17 mai. 2016.
- DR. CEP. **Limites de Controle**. Disponível em:
<http://www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info23/23.html>. Acesso em: 16 mai. 2016.
- FERREIRA, A. B. D. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo, 2010. 2272 p.

GONÇALVES, T. V. A. Controle estatístico do processo de usinagem de peças automotivas: Um estudo de caso em uma empresa do centro oeste de Minas Gerais: um estudo de caso. 53 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga, Minas Gerais, 2011.

INFOESCOLA. Manufatura. Disponível em:
<http://www.infoescola.com/industria/manufatura/>. Acesso em: 12 mai. 2016.

M.SHIMIZU. Freedom 1 QC (inspeção). Disponível em:
[http://www.mshimizu.com.br/produtos.php?id=237&Freedom-1-QC-\(inspecao\)](http://www.mshimizu.com.br/produtos.php?id=237&Freedom-1-QC-(inspecao)). Acesso em: 12 jun. 2016.

M.SHIMIZU. Freedom 2 QC (inspeção). Disponível em:
[http://www.mshimizu.com.br/produtos.php?id=238&Freedom-2-QC-\(inspecao\)](http://www.mshimizu.com.br/produtos.php?id=238&Freedom-2-QC-(inspecao)). Acesso em: 12 jun. 2016.

M.SHIMIZU. Medidor de torque analógico. Disponível em:
<http://www.mshimizu.com.br/produtos.php?id=554&Medidor-de-torque-analogico>. Acesso em: 12 mai. 2016.

MAGALHÃES, A. A. Uso de FMEA na melhoria da durabilidade de um acoplamento mecânico aplicado em motor de partida: um estudo de caso. 57 p. Monografia (Graduação em Engenharia Automotiva) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.

MONTGOMERY, D. C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 513 p.

PENTTI, H.; ATTE, H. Failure mode and effects analysis of software - based automation systems. STUK - Radiation and Nuclear Safety Authority. Helsinki: 2002, 37 p.

REVISTAESPACIOS. Analisando a aplicação do Controle Estatístico do Processo na indústria química: Um estudo de caso. Disponível em:
<http://www.revistaespacios.com/a13v34n11/13341117.html>. Acesso em: 16 mai. 2016.

RIBEIRO, J. L. D. Diretrizes para elaboração do referencial teórico e organização de textos científicos. In: **Anais do Seminário de Pesquisa II**, Porto Alegre - RS, PPGEP / UFRGS, abril de 2007.

RODRIGUES, G.P. Controle Estatístico de Qualidade e de Processo na Indústria de Alimentos. 1998. 152 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, MG, 1998.

ROTONDARO, R. G. (coord.). Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 375 p.

SAMOHYL, R. W. Controle Estatístico da Qualidade: Métodos Estatísticos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 275 p.

SINÔNIMOS. Sinônimo de monitorar. Disponível em:
<http://www.sinonimos.com.br/monitorar/>. Acesso em: 09 mai. 2016.

SOUZA, I. A. Prevenção de falhas em projetos nascentes: Uma aplicação do FMEA: um estudo de caso. 43 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2006.

TECHNICAL COMMITTE ISO/TC 118, International Standard ISO 5393. 2 ed. 1994. 10 p.