



**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DA MANUTENÇÃO**

NIVEA BRITO DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA ESPECIFICAÇÃO DE
FERRAMENTAS (SOQUETES E EXTENSÕES) DURANTE ANÁLISE VIRTUAL DE
MONTAGEM DOS VEÍCULOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**

Salvador

2019

NIVEA BRITO DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA ESPECIFICAÇÃO DE FERRAMENTAS
(SOQUETES E EXTENSÕES) DURANTE ANÁLISE VIRTUAL DE MONTAGEM
DOS VEÍCULOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Pós-Graduação em Gestão da Manutenção do Centro Universitário SENAI CIMATEC, como requisito final para obtenção do título de especialista.
Orientadora: Prof^a. MSc. Marinilda Lima

Salvador

2019

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA ESPECIFICAÇÃO DE FERRAMENTAS (SOQUETES E EXTENSÕES) DURANTE ANÁLISE VIRTUAL DE MONTAGEM DOS VEÍCULOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Nivea Brito da Silva¹

Marinilda Lima Souza²

RESUMO

Esse trabalho apresenta o desenvolvimento e resultado da aplicação de um método para auxiliar, durante a fase de montagem virtual do veículo, o processo de especificação e compra de soquetes e extensões a serem anexados em máquinas rotativas de aperto (apertadeiras) utilizadas na linha de produção automotiva. Para isso, passos metodológicos foram seguidos, iniciando por um diagnóstico com alguns profissionais que atuam na atividade com o objetivo de analisar seus principais desafios. Como resultado, foi constituído um banco de dados em formato de Excel, o qual reúne e traduz as informações disponibilizadas pelos fabricantes dos soquetes e extensões em seus catálogos técnicos. Por fim, o estudo demonstra que o resultado obtido foi satisfatório.

Palavras-chave: Manufatura automotiva avançada, *Power tool*, Apertadeira, Soquete, Extensão.

1. INTRODUÇÃO

Diante de um mercado cada dia mais competitivo, aliado com a situação de crise política e econômica que o Brasil vem enfrentando nos últimos anos, o conceito de fazer mais com menos nunca foi tão difundido e aplicado, seja na esfera dos lares, na indústria ou comércio em geral. Tratando-se de indústria, as companhias

¹ Pós Graduanda no MBA em Gestão da Manutenção. Engenheira Eletricista (UFBA). E-mail: niveabrito@gmail.com.

² Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial. Pesquisadora e docente do Centro Universitário SENAI - CIMATEC. E-mail: marinilda.lima@fieb.org.br.

têm interesse em economizar recursos desde o copo plástico do cafezinho até equipamentos caros e robustos.

O conceito da palavra manutenção é trazido pela Norma Brasileira 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade (NBR, 1994) como “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” está fortemente relacionada a economia de recursos, que se traduz em economia de dinheiro. Quanto mais é mantido o que se tem, menos se gasta em novas aquisições e conseqüentemente mais dinheiro é poupado (dadas exceções onde a troca é mais vantajosa e caberá uma análise de ciclo de vida - LCCA), além dos benefícios ambientais, que são incomensuráveis.

Conforme descrevem Kardec e Nascif (2009) “é importante considerar a padronização com outros equipamentos do mesmo projeto e com equipamentos já existentes na instalação, objetivando redução de estoque de sobressalentes e facilidades na manutenção e operação”. Este trecho ressalta a importância de tópicos que são adjacentes ao ato de consertar e influencia diretamente no bom desempenho e funcionamento de todo sistema de manutenção. Quanto mais minuciosa for a fase de projeto dos equipamentos e/ou sistemas em geral, menor será a quantidade de problemas encontrados após o período transitório de utilização.

Falando especificamente da montagem automotiva, quanto mais perfeito for o desenho de uma determinada peça e do seu processo de implementação na linha de produção, menores serão os imprevistos durante essa implementação e conseqüentemente a quantidade de vezes que o time da manutenção será acionado para cobrir eventuais falhas também reduzirá. Por isso, melhorando a confiabilidade nas fases iniciais do projeto, a reação em cadeia será diminuir a atuação do time de manutenção na linha de produção.

1.1 JUSTIFICATIVA

O trabalho se justifica devido a existência de lacunas quanto a registro de material orientativo, seja ele em versão física ou digital, que auxilie os profissionais na definição do código comercial de compra (*part number*) de soquetes e extensões.

Esse tipo de trabalho é realizado esporadicamente, a medida que novos grandes projetos são aprovados e executados. E a baixa frequência neste tipo de atividade contribui para que os profissionais que atuam no processo esqueçam como fazê-lo.

1.2 OBJETIVO

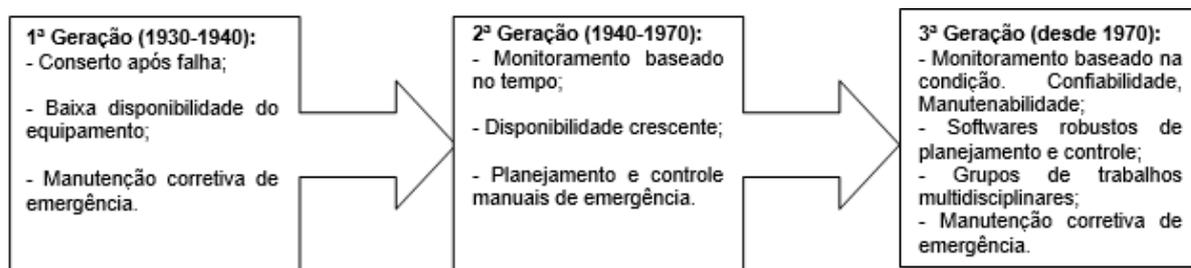
O objetivo do trabalho é desenvolver e aplicar uma ferramenta, utilizando como referência o banco de dados extraído dos catálogos de fabricantes, que auxilie na definição do *part number* de soquetes e extensões a partir de itens virtuais e especificações do processo de montagem, utilizados em simulações virtuais 3D de montagem dos veículos.

2 BREVE HISTÓRICO SOBRE A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A idéia de consertar os objetos é intrínseca do ser humano e antiga na história da evolução humana como mostrado por Neto (2017) que a manutenção emergiu a medida que novas necessidades eram criadas sendo que no Século XVIII ela ainda era renegada pelos empresários, deixada em segundo plano e executadas pelo efetivo de operação.

A necessidade dos primeiros reparos surge com a mecanização da indústria (fim do Século XIX) e passam a ser estabelecidos com a instituição da produção em série pela montadora Ford Motor Company, basicamente com manutenções corretivas. Após a Segunda Guerra, esse tipo de manutenção não é mais suficiente diante da demanda do mercado, derivando então a manutenção preventiva. De acordo com Neto (2017) após a década de 50 nasce o conceito de Engenharia de Manutenção para atender o fato de que o tempo para reparo era maior que o tempo empregado na descoberta do problema. No início da década de 70, a manutenção já se parece muito mais com a praticada na atualidade, voltada para o controle das avarias, determinando o melhor momento de intervir sobre elas. A Figura 1 mostra um esquema ilustrativo sobre evolução da manutenção ao longo do Século XX.

Figura 1 - Evolução da Manutenção



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009).

Hoje o sistema de produção industrial no Brasil vive o início da Indústria 4.0, em seus diferentes níveis de implementação. Segundo Hermann e Pentek (2016) conceito da Indústria 4.0 foi citado pela primeira vez em 2011 e ainda assim é nebuloso de se explicar como essas implementações se darão. A Indústria 4.0, também chamada de Quarta Revolução Industrial, tem como pilares as demais revoluções, porém com um forte sistema de comunicação implantado na estrutura da Terceira Revolução. Além da equipe de manutenção monitorar a falha, os próprios equipamentos “falarão” (enviando e recebendo informações) por si só, sendo capazes de sinalizar a iminência da falha ou a necessidade da manutenção, conforme comentado por Hermann e Pentek (2016). Porém, para que essa implementação aconteça, é necessário significativo investimento nos processos atuais, explorando e melhorando a automação existente nestes.

2.1 A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

O surgimento e desenvolvimento da indústria automotiva já passaram por diversas fases em todo mundo. Segundo Meza (2003) o primeiro veículo foi concebido de maneira simples, utilizando máquina a vapor, e teve conceito/projeto e processo de produção melhorada rapidamente ao longo dos Séculos IX e XX. No início do Século XX, o lançamento do modelo Ford T por Henry Ford, nos Estados Unidos, trouxe o conceito de carro popular, mas com o objetivo de transportar pessoas. Isso hoje é considerada uma inovação de disrupção (tipo de inovação cujo impacto é muito grande) de tão revolucionária que foi para a época, por disponibilizar uma nova e acessível opção de transporte além dos cavalos

majoritariamente utilizados até então. Micaelo (2003) traz que em 1919 a indústria automobilística nasce no Brasil, com a Ford produzindo esses modelos cujas partes eram totalmente importadas. Sucedendo a Ford, veio a General Motors em 1925 e só na década de 50, a Volkswagen inicia sua produção nacional, visto que até então só importava o modelo Fusca. Neste sentido, Nascimento (2016) sinaliza que este desenvolvimento foi fundamental para a economia, impulsionamento do progresso e concentração de população nas cidades. Durante décadas seguintes, o mercado sofreu diversas contrações e expansões, influenciadas principalmente por questões políticas, até chegar aos dias atuais onde o país tem mais de 10 montadoras instaladas e vive uma crise sem precedentes na indústria automotiva.

Ainda segundo Meza (2003), a indústria automotiva se caracteriza por um “padrão de concorrência no qual a competição entre as montadoras tem sido pautada por um importante movimento de fusões e aquisições, uma regionalização de mercados e um processo de diferenciação significativa de produtos”. A evolução da indústria automotiva se reflete em suas diversas vertentes: produto final, processo e estilo de venda mais tecnológica são consequências de uma organização refletida na alta competitividade do mercado. Um bom exemplo disso é ainda ressaltado por Meza (2003):

[...] a informatização no processo de desenvolvimento e distribuição eletrônica de desenhos industriais ocorre através do CAD (Computer Aided Development) na rede, a qual permite a integração das áreas de engenharia de produto e de processo e destas áreas com outros setores, a saber: materiais, linha de produção, peças de reposição, garantia e assistência técnica (MEZA et al Segre, p.1,2003).

Embora o conceito de mobilidade urbana vá de encontro ao capitalismo da indústria automobilística, eles não têm se mostrado opostos e pelo contrário, ela está voltando atenções para essa tal esfera. Calmon (2014) reforça essa informação e diz que “os próprios fabricantes de veículos deverão repensar a si próprios e até atuar como provedores diretos de serviços de mobilidade para enfrentar o futuro”. A preocupação ambiental se faz presente há alguns anos com os projetos de carros híbridos e totalmente elétricos. FIALHO (2018) traz “o carro do futuro será elétrico, autônomo e compartilhado” é fomentado por renomadas montadoras em parcerias com *start-ups* que juntas vislumbram um futuro promissor nesta área.

3 GESTÃO DA MANUTENÇÃO NO PROCESSO AUTOMOTIVO

Como pode ser visto em Miguez (2017), a indústria automotiva foi implantada na Bahia por meio da Ford Motor Company que iniciou a produção no município de Camaçari em 2001, dentro de seu Pólo Petroquímico, principal complexo da América Latina. Como mostram os dados recentes do Corecon-BA (2019) – Conselho Regional de Economia, a indústria automotiva da Bahia gera expectativa que se mantenha com crescimento estável, motivada não só pela alta elevação de produção que já aconteceu em 2018 (aproximadamente 8%), mas também, pela possibilidade de diminuição nas vendas externas para México e Argentina, grande compradoras dos carros fabricados pelo parque industrial do estado.

Na indústria automotiva, os processos são desenhados para funcionar perfeitamente e ‘certo da primeira vez’. De acordo com Maskell (2011) o FTT (*First Time Through*) mede a percentagem de produtos manufaturados sem nenhum retrabalho, reparo, reteste, recalibração ou *scrap* (peça que vai ao lixo). Quando algo é bem feito da primeira vez, não precisa ser retrabalhado. Na prática, o perfeito é impossível, logo dentro da produção, elevados índices de FTT são diariamente buscados. O prejuízo oriundo do retrabalho do produto final ou o alto tempo para o conserto de equipamentos utilizados no processo (MTTR – *Mean Time To Repair* – tempo médio para reparar esses equipamentos) é consideravelmente mais simples de ser computado pela companhia em forma de números, pois aparecerá nos indicadores internos a serem avaliados pelos supervisores e gerência. Porém, o tempo perdido durante o projeto já não é tão simples de ser mensurado e pode acarretar em problemas nas diversas áreas de interface com o projeto, com a produção e a manutenção.

Conforme mostrado por CARVALHO (2017) a primeira fase de produção veicular (estamparia da carcaça e pintura) é a utiliza majoritariamente os robôs, os quais alcançam posições impossíveis para humanos. A última etapa, de tapeçaria e mecânica, exige mais a presença de operadores.

Para que eles consigam lidar com a complexidade das peças requeridas para cada modelo de veículo, são desenvolvidos diversos mecanismos à prova de erros, como por exemplo peças projetadas para terem montagem *poka-yoke*, palavra de origem japonesa e significa “à prova de erros”(ENDEAVOUR, 2017). Essas peças

possuem características físicas as quais só permitem sua montagem de uma maneira específica.

Para Rosa (2016) *apud* Gruppi (2006), o elevado grau de automatização, grande precisão e capacidade de produção fazem com que a busca pela eficiência e produtividade sejam pontos chave para o sucesso da manutenção na indústria automobilística. Nesse sentido, a manutenção atua de duas formas: genéricas e forma específicas. De forma genérica (macro) é realizada a manutenção dos grandes equipamentos, que não possuem interface direta com operadores, e as mais específicas, que se tratam de atividades efetuadas em paradas da fábrica (prensas de folhas metálicas que conformam os carros, transportadores de carrocerias, etc.) e menores equipamentos que estão em contato direto com o operador (ferramentas elétricas para apertos de parafusos e porcas em geral, ferramentas manuais, etc.). A manutenção de ambos os tipos deve ser bem planejada visando evitar paradas de linha.

Atualmente, o cenário da manufatura automotiva é no geral, consideravelmente moderno e com conceitos da Indústria 4.0 aplicados tanto no âmbito do processo quanto na manutenção, avançando diariamente para chegar ao funcionamento ainda mais autônomo.

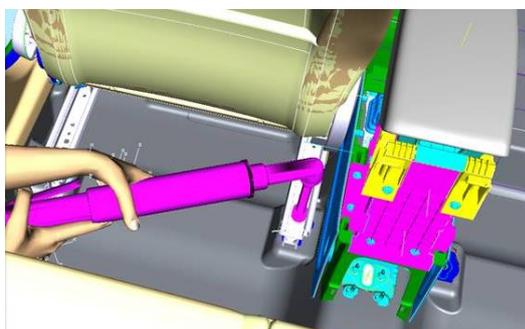
4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para elaboração da pesquisa foram realizadas as seguintes etapas: (i) busca por material orientativo já existente. Verificando bancos de dados tanto na sede da companhia onde o estudo foi realizado, quanto de outros países, foi notada a falta de um guia que auxilie a escolha e compra de soquetes e proteções utilizadas na montagem automotiva. Após este primeiro levantamento de dados, o trabalho seguiu as demais etapas: (ii) entrevista com funcionários para entender suas dificuldades com o a interpretação dos catálogos técnicos dos fabricantes, através de formulário diagnóstico; (iii) consulta a esses catálogos; (iv) construção do banco de dados no Excel; (v) realização de testes e verificação de *feedback* dos usuários e; (vi) divulgação e implantação da ferramenta para todo o departamento da planta que trabalha ou tem potencial de desenvolver essas atividades.

5 ESTUDO DE CASO - DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO e APRESENTAÇÃO DA FERRAMENTA

Durante o projeto automotivo, são realizadas simulações de montagem virtual de 100% das peças, sempre baseadas em todas as premissas de engenharia que a companhia em questão estabelece (ergonomia, legislação do país de fabricação e de utilização do veículo, segurança...). São definidos os torques a serem aplicados, o tipo geral de máquina, soquete e tamanho da extensão. Na Figura 2 pode ser visto um exemplo de simulação virtual da fixação do trilho do banco. Caso a extensão fosse menor, causaria um problema de ergonomia no operador. Caso maior, perda de torque no processo. Se o soquete fosse mais largo, a ferramenta não teria acesso ao parafuso para realizar a fixação.

Figura 2 – Exemplo de simulação virtual 3D para verificar acesso de ferramenta de aperto



Fonte: Elaborado pela autora através do *software* Teamcenter (2019).

O catálogo do fabricante das soquetes e extensões possui informações sobre centenas de produtos que ele tem a oferecer. A marca utilizada nesse estudo de caso foi selecionada devido ser uma das homologadas (e a mais utilizada) pela companhia, que possui rigorosos critérios de qualidade e resistência para soquetes de alto impacto. Vale ressaltar que, durante a montagem final do veículo são utilizados poucos tipos de itens desse catálogo, porém se repetindo dezenas de vezes. Isso ocorre pois a maioria das operações é padrão, ainda que novos carros sejam lançados. Como pode ser visto nas Figuras 3a e 3b, além da métrica, para todos os itens, existe a opção de detalhamento pela unidade de medida padrão SAE

(Society of Automotive Engineers - EUA) que é uma classificação padronizada mundialmente por esse órgão.

Figura 3a - Unidade de medida SAE

3/8" Square Drive Sockets, SAE

Magnetic, Short and Standard Length



Part Number Fixed Magnet	Hex Opening In.	Overall Length (A)	Diameter Nose End (B)	Diameter Drive End (C)	Opening Depth (D)
M-3108	1/4	1 1/4	7/16	3/4	5/32
M-3109*	9/32	1 1/4	7/16	3/4	3/16
M-3110*	5/16	1 1/4	1/2	3/4	3/16
M-3012*	3/8	7/8	19/32	3/4	3/16
M-3112*	3/8	1 1/4	19/32	3/4	1/4
M-3014	7/16	7/8	11/16	3/4	9/32
M-3114*	7/16	1 1/2	11/16	3/4	9/32
MSW-604	7/16	1 1/2	21/32	3/4	9/32
M-3016*	1/2	7/8	13/16	13/16	5/16
M-3116*	1/2	1 1/2	13/16	13/16	11/32
MHC-3816*	1/2	1 1/2	11/16	11/16	11/32
M-3018	9/16	7/8	7/8	7/8	5/16
M-3118*	9/16	1 1/2	7/8	7/8	7/16
MSW-343	9/16	1 1/2	3/4	3/4	7/16
M-3120	5/8	1 1/2	15/16	15/16	7/16

Magnet Thin We Long Le

Part No. Fixed Magnet	Mag C
-	M
M-3514	M
-	M

Surface & Fast ai Standar

Part No. Surface	Fast ai Standar
-	-

Figura 3b - Unidade de medida métrica

Magnetic, Short & Standard Length



Part Number Fixed Magnet	Hex Opening mm	Overall Length (A)	Diameter Nose End (B)	Diameter Drive End (C)	Opening Depth (D)
M-6mm13	6	31.8	11.1	19.1	3.9
M-7mm13*	7	31.8	11.1	19.1	4.8
M-8mm13*	8	31.8	12.7	19.1	4.8
M-9mm13	9	31.8	15.1	19.1	4.8
M-10mm03*	10	22.2	16.8	19.1	6.4
M-10mm13*	10	31.8	16.8	19.1	6.4
M-11mm03	11	22.2	17.5	19.1	7.2
M-11mm13*	11	38.1	17.5	19.1	7.2
M-12mm03*	12	22.2	19.1	19.1	7.2
M-12mm13*	12	38.1	19.1	19.1	7.2
M-13mm03*	13	22.2	20.6	20.6	8.7
M-13mm13*	13	38.1	20.6	20.6	8.7
M-14mm13*	14	38.1	22.2	22.2	11.1
M-15mm03*	15	23.8	22.2	22.2	9.5
M-15mm13*	15	38.1	22.2	22.2	11.1
M-16mm13*	16	38.1	23.8	23.8	11.1
M-17mm13*	17	38.1	25.4	25.4	11.1
M-18mm03*	18	25.4	25.4	25.4	11.1
M-18mm13*	18	38.1	25.4	25.4	11.1

Fonte: Catálogo do fabricante (2006).

Os soquetes e extensões que encaixam em máquinas da família ST (elétricas, transdutorizadas – fornecem controle e rastreabilidade de torque, com cabeça tipo macho e quadrado geralmente 3/8" ou 1/2", não servem para máquinas da família DL (elétricas, não-transdutorizadas, com cabeça tipo macho e quadrado geralmente de 1/4") nem BCP (*Battery Control Powertool* - à bateria, não-transdutorizadas, com cabeça tipo fêmea e encaixe de forma específica). Na Figura 4 podem ser vistos, respectivamente, três modelos de máquinas elétricas rotativas (apertadeiras), sendo a primeira BCP, a segunda da família ST e a terceira da família DL.

Figura 4 - Exemplos de máquinas (apertadeiras) rotativas



Fonte: Catálogo do fabricante (2016)

Já nas Figuras 5a e 5b são mostrados exemplos de soquetes e extensões, sendo na 5a onde aparecem avulsos e 5b em utilização, anexados numa máquina.

Figura 5a - Extensão e soquete, respectivamente



Fonte: Catálogo do fabricante (2006)

Figura 5b - Exemplo de operação utilizando conjunto apertadeira, extensão e soquete



Fonte: Catálogo do fabricante (2016)

O estudo foi realizado numa empresa do setor automotivo, localizada no estado da Bahia, no período entre Abril a Dezembro de 2018. Foram entrevistadas 5 pessoas no total, todas envolvidas na execução dessas atividades. Após o levantamento dos dados, as entrevistas com os funcionários e consulta a catálogos técnicos iniciou-se o desenvolvimento da ferramenta para auxiliar o processo de especificação e compra de soquetes e extensões durante a fase de montagem virtual do veículo.

A ferramenta desenvolvida como auxílio trata-se de um arquivo em Excel, com abas separadas para cada um dos modelos de soquetes a serem especificados da seguinte maneira:

- 1) A primeira aba mostra a lista de todas as opções de soquetes hexagonais utilizados em máquinas das famílias ST e DL;
- 2) A segunda aba traz a lista de todas as opções de extensões utilizados em máquinas das famílias ST e DL;

3) A terceira aba mostra a lista de todas as opções de *bits torx* (ponta de uma ferramenta cujo formato de encaixe do parafuso é caracterizado por uma chave de 6 pontas, formando uma estrela) utilizados em máquinas da família BCP;

4) A quarta aba traz a lista de todas as opções de *bit holders* (adaptadores para máquinas com cabeça “fêmea”, a exemplo das BCPs, que sustentam os *bits*) e adaptadores (suportes para *bits* e soquetes, listados na aba 3) que permitem a conexão entre as máquinas da família BCP e os *bits* e soquetes das abas 1 e 3.

As definições devem ocorrer a partir da primeira coluna à esquerda, de acordo com as especificações desejadas. A medida que os itens forem selecionados nas colunas seguintes, o intervalo de códigos para os soquetes diminui, até que se chegue ao objetivo daquele que atenderá a operação, um part number específico a ser adicionado na solicitação de compra. Caso o operador da planilha deseje observar informações adicionais do item, o mesmo pode ser localizado (através de ferramenta de busca) no catálogo do fabricante. A Figura 6 ilustra parte da primeira aba da planilha em questão. Sem essa ferramenta, originalmente é necessário abrir o catálogo do fornecedor e observar com muito cuidado, dentro de milhares de informações e códigos não aplicados a processos automotivos, qual é o código correto de acordo com as premissas de projeto conhecidas até então.

Figura 6 – Parte da planilha desenvolvida

Máquina	Cabeça da Máquina	Tipo de fixação	Cabeça do parafuso/porca	Imã?	Diâmetro da Cabeça (mm)	Comprimento do soquete	Part number
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	3.5	Normal	3.5mm11
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	4	Normal	4mm11
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	4.5	Normal	5mm11

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

6 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Dos cinco participantes que testaram a ferramenta em sua versão final, três fizeram parte do levantamento diagnóstico inicial e os três compartilharam o quanto

é fácil encontrar o *part number* específico para a operação desejada e a redução do tempo obtida. Quanto aos outros dois, o *feedback* destes divergiu pois estava relacionado a bagagem profissional que possuíam. Um deles possui vasta experiência com processos de compras e achou a ferramenta desnecessária. O outro, que participou diretamente dos problemas e prejuízos em projetos anteriores devido a compra incorreta de soquetes e extensões, ressaltou que a ferramenta é de extrema valia para quem precisa fazer esse tipo de trabalho.

Até o momento de conclusão da pesquisa, a divulgação havia sido feita apenas em nível de departamento, com engenheiros e supervisores. Os próximos passos serão: no campo da divulgação, a apresentação a nível gerencial e para replicação aos departamentos equivalentes de plantas em outros países. Foi sugerido por um dos participantes que esse trabalho seja analisado à luz do DMAIC, que segundo AGUIAR (2006), é um método de solução de problemas: *Define* - definir, *Measure* - medir, *Analyse* - analisar, *Improve* - melhorar, *Control* - controlar) e em caso de ser aplicado, transformá-lo num projeto *Six Sigma - Green Belt* que ainda é mostrado por AGUIAR (2006) como um programa fortemente baseado em mensurações, cuja a estatística era a principal peça utilizada na tomada de decisões; no campo dos ajustes técnicos da ferramenta, será adicionada à mesma a operação na qual os soquetes e extensões são mais utilizados, bem como a localização na linha de produção (ver duas últimas colunas da imagem contida no ANEXO I) auxiliando a pessoa que consulta a ter uma noção da aplicação física desses itens nos carros de produção.

O resultado da aplicação da ferramenta aos participantes foi positivo e conforme esperado. A maioria deles levantou facilidade em operar a planilha, economia de tempo (cumprimento do escopo do projeto) e recursos que a companhia terá com a implementação da ferramenta. Vale ressaltar que, outro ponto importante mencionado é a significativa redução de custos com a compra indevida de itens incorretos, diante do fato que nem sempre o profissional que define o tipo de soquete e extensão é o mesmo que abre o processo que compra no sistema. Ao definir o código específico do soquete/extensão, o profissional estará evitando erros e ajudará o comprador e o fornecedor a comprar e entregar exatamente o item que se deseja ser adquirido pelo profissional de engenharia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades industriais precisam ser sistematizadas e registradas. É fundamental para a sustentabilidade dos negócios que o máximo de informações possíveis relacionadas ao processo estejam inventariadas e disponíveis aos funcionários, evitando retrabalhos e economizando recursos.

Não só o corpo de engenharia quanto o “chão de fábrica” devem ser estimulados a fazerem esses registros, sistematizando o uso dos recursos/ferramentas e principalmente, utilizá-los o máximo possível. Neste aspecto, idéias aparentemente simples podem se tornar valiosas ferramentas de consulta. Essa pesquisa contribui para que novos funcionários da companhia consigam desenvolver o trabalho sem necessitar da ajuda majoritária dos colegas antigos que já possuem o conhecimento e esses, por sua vez, conseguirá desenvolver o trabalho que já estão acostumados num intervalo de tempo menor, comprando itens corretos da primeira vez. Assim, a companhia ganha na redução de custos e recursos, eliminando retrabalhos, e, sobretudo, garantindo a melhoria da qualidade dos serviços. Pode-se concluir que a elaboração da ferramenta apresentada neste trabalho detalha o passo-a-passo explicitado e sistematizado, dando visibilidade a um conhecimento até então estritamente tácito (aquele tipo de conhecimento que está apenas na cabeça das pessoas, sem registro físico oficial) e passa a ser um documento de instrução disponível para todos os funcionários da companhia.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462. Nov 1984. Disponível em: https://kupdf.net/download/nbr-5462-tb-116-confiabilidade-e-mantenabilidade_58fbd9f8dc0d609527959e81_pdf. Acesso em 14/03/2019.

AGUIAR, Silvio. Integração das Ferramentas de Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma / Silvio Aguiar. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2006.

APEX®. Disponível em https://www.apex-tools.com/sites/www.apex-tools.com/files/Apex-Fastening-Tools_TC-100-EN.pdf. Acesso em 15/09/2018.

Atlas Copco®. Catálogos. Disponível em: <https://www.atlascopco.com/pt-br/itba/about-industrialtechnique/brochures-and-catalogs/brochures>. Acesso em 15/09/2018.

CALMON, Fernando. Revista Automotive Business. Fernando Calmon, 2014. Disponível em: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/18748/mobilidade-urbana-desafia-industria>. Acesso em 14/06/2019.

CARVALHO, Isadora. Revista Quatro Rodas. Isadora Carvalho, 2017. *Como funciona uma linha de montagem de automóveis?* Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/como-funciona-uma-linha-de-montagem-de-automoveis/>. Acesso em 14/06/2019.

Corecon-BA – Conselho Regional de Economia. Disponível em: <http://www.corecon-ba.org.br/cenarios-para-a-economia-baiana-em-2019/21447/>. Acesso em 28/03/2019.

ENDEAVOUR Brasil. *Poka Yoke: como ter uma empresa à prova de erros*. 2017. . Disponível em: <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/poka-yoke/>. Acesso em 14/06/2019.

FIALHO, Gabriel. ABDi - Agência para o desenvolvimento da indústria no Brasil. Artigo de Gabriel Fialho. Brasília, 2018. Disponível em: <https://abdi.com.br/postagem/o-carro-do-futuro-sera-eletrico-autonomo-e-compartilhado>. Acesso em 14/06/2019.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. “*Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review*”. In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 2016, EUA. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industria_e_40_Scenarios_A_Literature_Review. Acesso em 19/03/2019.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. *Manutenção: Função Estratégica*. 3. ed. rev.atual. Rio de Janeiro: QUALITYMARK EDITORA, 2009.

MASKELL, Brian H. *Practical Lean Accounting: A Proven System for Measuring and Managing the Lean Enterprise*. Brian H. Maskell, Bruce Baggaley, Larry Grasso. Estados Unidos – 2011. P.156-157.

MEZA, Maria L. F. G. de. Maria Lucia Figueiredo Gomes de Meza. Tese de Doutorado. Departamento de Economia – UFPR. Disponível em: <http://www.economia.ufpr.br/Teses%20Doutorado/4%20MARIA%20LUCIA%20FIGUEIREDO%20GOMES%20DE%20MEZA.pdf>. Acesso em 17/10/2018.

MICAELO, Sérgio Molina. *Evolução da estratégia da Fiat Automóveis S.A. face à Mudança do ambiente competitivo da indústria automobilística brasileira: Um estudo de caso* / Sérgio Molina Micaelo; orientador: Jorge Ferreira da Silva. – Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Elétrica, 2003. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.pucRio.br/4821/4821_1.PDFXXvmi=8RVZjNnzCulqm01TpAT4keiTbwboZDI7uh7O5vol17Zo71ixBcDWrWQEt23sGoBbHJ1NfpvhvGFx0e9dS6FQxjk1nOHMqTuaUiqkPISmpzUpO5EHcjzbETc2JTPaOkkJEM5tvxRVxNmmS156IEh0zt2ioRtddOxRC3m81e5A3rxVt43PJkQiPSCeL6sZVqRxueGvtL7we5tl9wzTSpcljPx6Vq6RSxqnd8UHU3f98KSihdaSpTdfRjcg5covB. Acesso em 28/03/2019.

MIGUEZ, Saulo. *Indústria de carros responde por mais de 50% dos empregos do Polo*. Saulo Miguez. Jornal CORREIO, 2017 Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/in/dustria-de-carros-responde-por-mais-de-50-dos-empregos-do-polo/>. Acesso em 28/03/2019.

NASCIMENTO, Márcio Silveira. *Implantação e Evolução da Indústria Automobilística no Brasil*. Márcio Silveira Nascimento. Revista Tocantinense de Geografia, Araguaína (TO), Ano 05, n.07, 2016. Disponível em

<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/geografia/article/download/1704/847>

4/. Acesso em 28/03/2019.

NETO, Teófilo. A História da Evolução do Sistema de Gestão de Manutenção.

Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistema-de-gestao-de-manutencao/75650/> . Acesso em 13/03/2019.

ROSA, Rafael Nunes da. Aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade em um Processo da Indústria Automobilística. Rafael Nunes da Rosa. Dissertação de Mestrado – UFRS, 2016. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/163902/001025292.pdf?sequence=1>. Acesso em 09/04/2019.

ANEXO – TRECHO DA FERRAMENTA EM SEU FORMATO ORIGINAL

Maquina	Cabeça da Máquina	Tipo de fixacao	Cabeça do parafuso/porca	Imã?	Dimetro da Cabeça (mm)	Comprimento socket	Part number	Exemplo de operação	Localização na Linha de produção
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	3,5	Normal	3.5mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	4	Normal	4mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	4,5	Normal	5mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	5	Normal	5mm12		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	5,5	Normal	5.5mm13		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	6	Normal	6mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	7	Normal	7mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	8	Normal	8mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	9	Normal	9mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	10	Normal	10mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	10	Normal	05-10mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	11	Normal	11mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	12	Normal	12mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	13	Normal	13mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	14	Normal	14mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	15	Normal	15mm11		
DL	1/4"	Parafuso/Porca (Stud)	Hexagonal	N	16	Normal	16mm11		
DL	1/4"	Porca (stud)	Hexagonal	Móvel	5	Longo	MB-5mm21		
DL	1/4"	Porca (stud)	Hexagonal	Móvel	5,5	Longo	MB-5.5mm21		
DL	1/4"	Porca (stud)	Hexagonal	Móvel	6	Longo	MB-6mm21		
DL	1/4"	Porca (stud)	Hexagonal	Móvel	7	Longo	MB-7mm21		