

VALIDAÇÃO DE PROCESSO, VALIDAÇÃO EM PROCESSO E INSPEÇÕES COMO FERRAMENTA DE MELHORIA DA QUALIDADE NAS LINHAS DE MONTAGEM

GUIMARÃES, Leticia Gomes da Silva¹

FERNANDES, Ederson Carvalhar²

KRÜGER, Suewellyn³

RESUMO

O presente trabalho aborda conceitualmente a Validação de Processo, Validação em Processo e Portões da Qualidade, destacando que apesar da realização dessas atividades de validação e inspeção, em operações de montagem manual não há garantias que as operações serão executadas conforme planejado e descrito pelos engenheiros de manufatura, podendo ocasionar defeitos internos ou externos e gerar retrabalhos e remanufaturas. Desta forma, com o objetivo de mitigar defeitos, foi utilizada a ferramenta PDCA. Como resultado, o processo trouxe maior confiabilidade e rastreabilidade aos denominados "processos críticos" nas linhas de montagem, auxiliou e controlou sua execução. Além disso, a sua aplicabilidade está alinhada à estratégia de qualidade da empresa, que buscou robustez no controle e eliminação das falhas. Assim, possibilita que a empresa consiga caminhar em direção ao objetivo futuro de "Zero Defeito" e que a mesma se mantenha competitiva no mercado atual.

Palavras-chave: Zero Defeito, Melhoria Contínua, Redução de Custo.

1 INTRODUÇÃO

Qualidade sempre foi um dos principais focos dos produtos fabricados na empresa juntamente com a busca pela excelência de seus produtos. No cenário globalizado atual, os clientes estão cada vez mais exigentes com o desempenho dos produtos adquiridos e de serviços realizados pós-venda. A fábrica de tratores, sempre atenta em seus fatores primordiais e na Voz de seus Clientes, onde o objetivo é ter "Zero Defeitos". Porém, devido à complexidade dos processos de montagem e da quantidade de operações executadas manualmente nos processos de montagem, o controle desta execução passa ser fundamental para obter os resultados desejados.

¹ Graduanda em Engenharia de Produção

² Doutor em Engenharia Mecânica pela UTFPR e Professor Orientador no Centro Universitário Internacional UNINTER

³ Doutora em Engenharia Mecânica pela UTFPR e Professora Orientadora no Centro Universitário Internacional UNINTER

A questão norteadora da pesquisa é como garantir a execução e rastreabilidade de atividades críticas de montagem a fim de buscar o “Defeito Zero” através da fomentação e disseminação de conhecimentos para o aperfeiçoamento dos produtos e processos?

Desta forma, este trabalho tem por objetivo avaliar, desenvolver e implementar uma ferramenta que seja capaz de controlar e rastrear a execução dos processos críticos de montagem para melhorar os resultados de qualidade da empresa. Os objetivos específicos são: (i) definir as metas, variáveis e oportunidades; (ii) identificar defeitos internos e externos; (iii) definir requisitos e escopo da solução; (iv) propor a solução; (v) validar a ferramenta; e (vi) verificar oportunidades de melhoria.

A justificativa para este estudo se dá pelos controles atuais não garantirem os processos, possibilitando ocorrer problemas internos ou externos (cliente). Estes riscos se acentuam em locais considerados críticos ou que, ao final, ficam ocultos para inspeções visuais. Assim, a validação em processos e os *quality gates* (QG) são etapas adicionais que ajudam a mitigar defeitos, sendo um desafio a ser solucionado.

O documento é estruturado em cinco seções, já com a inclusão da seção de Introdução apresentada. A seção 2 contém os conceitos referente à melhoria da qualidade em linhas de montagem. A seção 3 aborda os materiais e métodos utilizados. A seção 4 apresenta os resultados e discussões e, por fim, a seção 5 as considerações finais.

2 MELHORIA DA QUALIDADE EM LINHAS DE MONTAGEM

2.1 VISÃO E DEFINIÇÃO REFERENTE A VALIDAÇÃO DE PROCESSO

A definição do Ministério da Saúde (2019) para validação de processo se dá como uma evidência documentada de que um processo pode desempenhar suas funções de forma efetiva e reprodutiva para produzir um medicamento dentro das especificações contanto com que operando dentro dos parâmetros, ambos pré-estabelecidos. Apesar da Anvisa tratar de vigilância sanitária, o conceito pode ser análogo ao estudo presente.

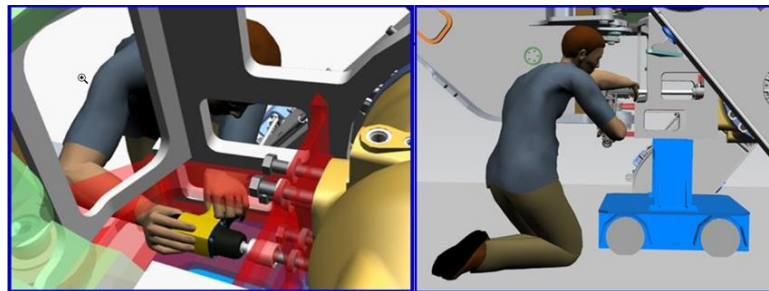
Conforme o CPS *Process Manual: Manufacturing Engineering* (2016-p.14), a Engenharia de Manufatura deve utilizar processos e sistemas comuns em toda a corporação durante o desenvolvimento de suas atividades, pois isso reduz custos de licenças e suporte técnico e facilita o compartilhamento de processos comuns com outras unidades de negócio, fornecendo uma base eficiente a capacitação e treinamento dos operadores, assim como o desenvolvimento de padrões, especificações e práticas. É recomendado que os novos processos sejam validados virtualmente (quando possível) para mitigar problemas antes de implementar esses novos processos através de simulações diretas ou indiretas.

2.2 PREMISSAS DA VALIDAÇÃO DE PROCESSO

A validação de processo varia de acordo com cada projeto, sendo que a mesma pode ser executada virtualmente ou através de planilhas e procedimentos simples, quando não existem ferramentas de validação virtual.

Na figura 1 é demonstrado o acesso do operador e os riscos ergonômicos envolvidos na operação.

Figura 1: Validação do Processo/ Produto para executar montagens internas



Fonte: CPS *Process Manual* (2016)

De acordo com CPS *Process Manual: Manufacturing Engineering* (2016-p.25), os objetivos da validação de processo são:

- Identificar problemas no início do planejamento do processo;
- Identificar recursos produtivos (área, dispositivos, máquinas, equipamentos etc.) e tempos de ciclo utilizados no processo atual e comparar aos processos novos;

- Conduzir “*Builds Virtuais*” para combinar a estrutura atual com a proposta do e do fluxo de processos.

2.3 RESULTADOS E METAS DA VALIDAÇÃO DE PROCESSO

O resultado esperado da validação de processo é obter processos novos ou melhorados com otimização metas de segurança, ergonomia, qualidade e produtividade, segundo o CPS *Process Manual: Manufacturing Engineering* (2016- p.17).

A validação de processo conecta-se com (2) princípios, os quais destacam os seguintes resultados esperados:

- Segurança em primeiro lugar: *layouts* e processos são desenvolvidos e aprovados junto ao time de EHS (Segurança, Saúde e Meio Ambiente), podendo ser validada através do uso de ferramentas virtuais e ergonômicas e avaliações com base nas normas nacionais, internacionais e corporativas utilizando o EHSFMEA (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos em Segurança, Saúde e Meio Ambiente do Processo) e outras ferramentas, como o NIOSH.
- Ir, ver e agir: os responsáveis pela validação de processos devem estar pessoalmente envolvidos no dia a dia das operações de fábrica, estando familiarizados com as particularidades de cada atividade, assim como os resultados de EHS e qualidade, desta forma contribuirão significativamente nos *Workshops* de Melhoria Rápida (RIW).

2.4 VISÃO APÓS A LIBERAÇÃO DO PROCESSO PARA A PRODUÇÃO

Para controlar as saídas do processo, após a liberação para a produção contínua, existem duas estratégias de inspeção, conforme a prática de manufatura MH2300 (2020, p.2), que são a validação em Processo (IPV) e o Portão de Qualidade que chamaremos de *Quality Gate* (QG).

Segundo o CPS *Process Manual: Manufacturing Engineering* (2016- p.24), deve-se incluir validação em processo (IPV) e o QG sempre que o nível de qualidade planejado não pode ser alcançado de forma robusta, devendo-se criar o Portão de Qualidade/QG ou a validação em processo no local mais próximo possível da área de origem dos defeitos, devendo ser analisados através das reuniões de desenvolvimento ou manutenção de DFMEAs (Análise

de Modos de Falha e seus Efeitos no Design/ Desenho) e PFMEAs (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos no Processo).

2.5 DEFINIÇÃO DE VALIDAÇÃO EM PROCESSO

Segundo a prática de manufatura MH2300 (2020, p.1) e o CPS *Process Manual: Quality Management* (2016, p.31), o IPV é a realização de inspeção ou testes integrados com a manufatura do dia a dia, em que qualquer funcionário da produção pode realizar IPV. Os requisitos de IPV são detalhados como elementos específicos dentro do plano de controle de produção (PC) e na descrição do trabalho padrão do colaborador. O PC contém os detalhes dos métodos IPV, que incluem quaisquer ferramentas especializadas usadas para medir a conformidade do produto e do processo, gerando resultados, sendo estes devendo registrados e rastreáveis até os números de série individuais do produto.

No chão de fábrica, chama-se a validação em processo a validação realizada pelo operador durante sua jornada afim de controle do processo, podendo representar desde a medição de uma dimensão simples até inspeções de solda através de ultrassom e testes de softwares mediante hardwares customizados.

2.6 DEFINIÇÃO DO QG

Segundo a ANFAVEA (2023), *Quality Gates* são pontos de inspeção ao longo do processo que visa identificar, registrar e corrigir potenciais falhas em uma determinada etapa do processo, evitando que problemas se propaguem para as próximas fases, garantindo a qualidade final do produto. Os requisitos de inspeção do QG são definidos em uma lista de verificação contendo os detalhes das características a serem inspecionadas. Ela também contém o método pelo qual as inspeções devem ser realizadas e o padrão de conformidade (critérios de aprovação / reprovação) para cada característica.

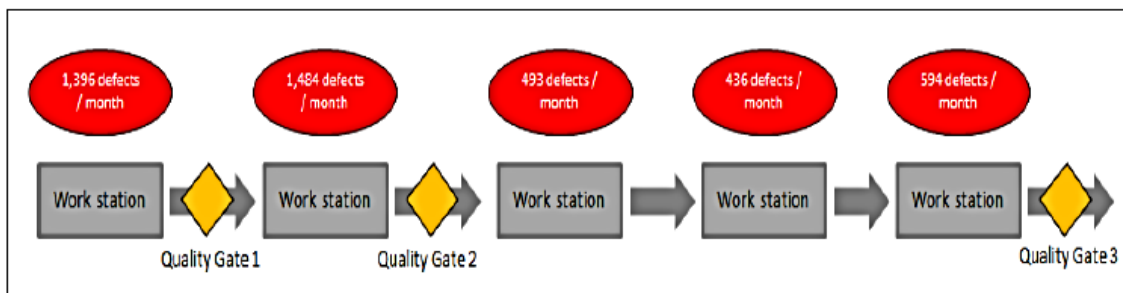
Parreiras *et.al* (2014) complementa que os QGs são instalados ao longo da linha, com o objetivo de realizar inspeções entre uma fase de montagem e outra, de acordo os defeitos relacionados à mão de obra encontrados ao longo do processo. Essa inspeção se torna relevante, pois o seu conceito é não passar

nenhum defeito de ordem humana para o próximo posto de trabalho. O conceito do *gate* é que todo o defeito encontrado deverá ser reparado pelo próprio operador que cometeu a falha, inclusive para as unidades subsequentes, até chegar ao posto onde é realizada a operação. Os resultados de qualidade podem ser demonstrados em uma *dashboard* e em registros de defeitos, com base nos apontamentos de QGs durante o processo produtivo ou anteriormente.

2.7 PLANEJAMENTO DE UM QG

A prática de Manufatura MH2300 (2020, p.3) estabelece que independentemente da inclusão de um QG, um IPV deve ser realizado para qualquer processo a partir do qual o nível planejado de qualidade não possa ser alcançado de forma robusta. Os QGs devem ser colocados o mais próximo possível da área de origem do defeito potencial, sendo que através do DFMEA e PFMEA, determina-se os locais mais apropriados. Os dados quantitativos de defeitos internos e externos devem ser referenciados como um meio de determinar os riscos de produção para cada estação de trabalho/célula produtiva e devem ser utilizados na determinação da ocorrência utilizada no PFMEA.

Figura 2: Agrupamento de processos para realizar o QG



Fonte: Prática de manufatura MH2300 (2020, p.3)

Para determinar o nível de risco de produto e processo associado a uma determinada operação ou estação de trabalho de fluxo de valor, as listas de operações por estação de trabalho/célula, das características principais do produto por estação de trabalho/célula ou operação e o modo de falha do processo e resultados da análise de efeito devem estar disponíveis.

Os QGs devem ser colocadas entre as estações de trabalho/células ou “agrupamento de processos” com as taxas de defeito mais altas e a próxima estação de trabalho no fluxo de valor conforme a figura 2 mostra.

É fundamental o desenvolvimento e manutenção de uma lista de verificação do QG, para garantir que o processo de inspeção seja consistente, eficaz e padronizado.

Também deve ser revisada quando o *Takt-Time* do QG exceder o da Linha de Fabricação ou Montagem, quando criar algum problema de EHS para a execução ou quando defeitos novos forem identificados e que possam apresentar risco de falha catastrófica/parada de embarque/risco de conformidade regulatória.

2.8 PROCESSOS DE INSPEÇÃO APÓS A LIBERAÇÃO DO PROCESSO x AGREGAÇÃO DE VALOR

Conforme a prática de manufatura MH2300 (2020, p.2), os processos de inspeção são frequentemente vistos como atividades que não agregam valor, porém mesmo que uma inspeção desnecessária venha a ser classificada como um desperdício, existem fatores que justifique a necessidade de que a inspeção seja realizada como um habilitador para o controle estatístico do processo ou melhoria de resultados de qualidade.

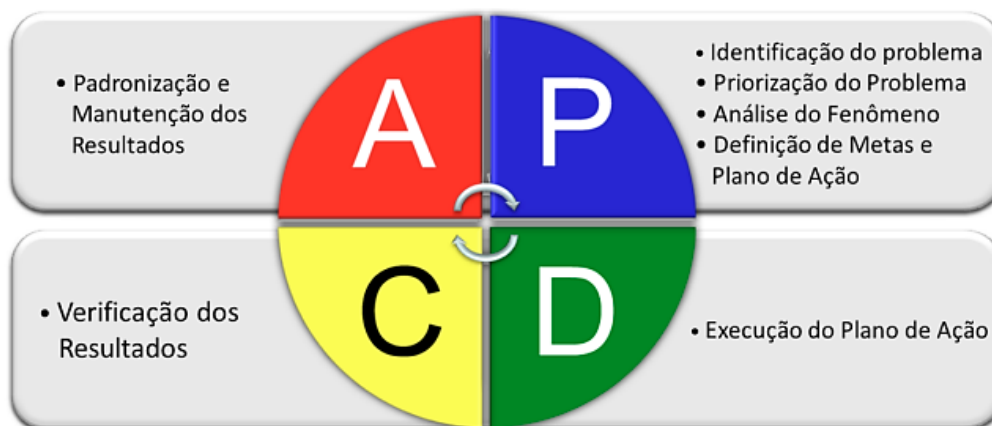
Para Ohno (1997, p. 30) a redução de custos deve ser o objetivo das organizações que busquem sobreviver no mercado atual: “Durante um período de grande crescimento econômico, qualquer fabricante pode conseguir custos mais baixos com uma produção maior. Mas, no atual período de baixos crescimentos, é difícil conseguir qualquer forma de redução de custos.”

2.9 CICLO PDCA

Rosa (2007) explica que se deve “rodar o PDCA” (PDCA, Ciclo de Shewhart ou Ciclo Deming, P – PLAN, planejar, D – DO, fazer, C – CHECK, verificar e A – ACTION, atuar) de modo que os pontos de controle sejam permanentemente monitorados.

A ferramenta é esquematizada em formato de ciclo, de forma autoexplicativa na figura 3:

Figura 3: Modelo Conceitual das Etapas do PDCA



Fonte: Revista Espacios (2017)

3 METODOLOGIA

A classificação da pesquisa, conforme Gil (2022) e Silva e Menezes (2001) explicam, é dividida conforme sua natureza, abordagem do problema, objetivos e procedimentos técnicos. No caso do presente estudo, o quadro 1 sintetiza a classificação abordando todos estes pontos:

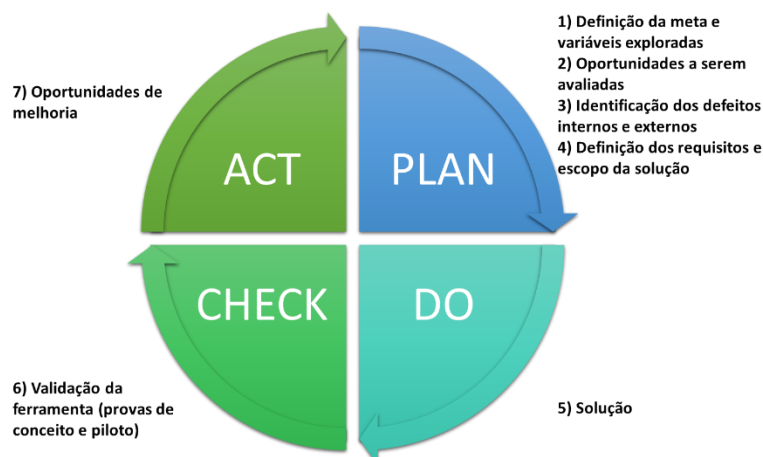
Quadro 1: Classificação da pesquisa

		Tipo	Descrição
1. Natureza		Aplicada	O trabalho envolve aplicação prática e é dirigido à solução de problemas específicos.
2. Abordagem do Problema		Quantitativa	É utilizado elementos quantitativos como porcentagem.
		Qualitativa	No caso o ambiente foi a fonte direta para coleta de dados.
3. Objetivos		Exploratória	Visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito.
4. Procedimentos Técnicos	Pesquisa Empírica ou Prática	Estudo de Caso	Estudo profundo e exaustivo de um objeto, buscando profundo detalhamento e conhecimento.

Fonte: Gil (2022); Silva e Menezes (2001).

O trabalho foi dividido em etapas, as quais se integram no ciclo PDCA. A figura 4 ilustra a composição.

Figura 4: Etapas integradas ao PDCA.



Fonte: Autor (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 2 são apresentados os resultados de cada etapa do PDCA.

Quadro 2: Resultados de acordo com o PDCA

PDCA		Descrição
P	1) Definição da meta e variáveis:	<ul style="list-style-type: none"> •Meta Y: Definir uma solução para aumentar a eficácia, o controle e a rastreabilidade do processo de montagem. •Variável X1: Processo do Plano de Controle; •Variável X2: Processo de Trabalho Padrão; •Variável X3: Ferramentas disponíveis.
	2) Identificação das oportunidades:	Rastreabilidade; Nova abordagem para ser seguida no processo crítico; Mitigar defeitos; Redução do tempo de reparo; Redução de horas extras executadas afim de reparo; Melhor controle de processo (<i>poka-yoke</i>); Fácil replicação; Redução de custos; Redução de Defeitos por Unidade Montada (DPU) interno e externo; Satisfação do cliente (interno e externo); Redução de despesas com garantias;

	3) Extração de informações de defeitos internos	Tem-se montagem crítica na sub-montagem das plataformas e operações ocultas na sub-montagem de motores e <i>fenders</i> , dessa forma, é demonstrado que 25,3% dos defeitos internos e externos encontram-se nestes locais.
	4) Requisitos e escopo da solução:	Número de série da máquina; Identificação do operador responsável pela montagem do item; Local da operação envolvida; Descrição das operações críticas a serem registradas; Auxílio visual (foto/vídeo) para guiar os operadores; Registro de fotos após montagem do item realizado pelo operador; Comentários adicionais (não obrigatório);
D	5) Solução	•SharePoint, Power App e Power BI
C	6) Validação da ferramenta	<p>Fase de conceito: Alinhamento entre o Upper Frame e o Base Frame (figura 5) é local crítico onde houve várias falhas de campo provenientes da aplicação de selante exigido na operação. No alinhamento e espaçamento entre o Contrapeso e chapa lateral (figura 5) é local de apontamento de muitos defeitos internos que causavam muitas horas de retrabalhos na linha de montagem.</p> <p>Fase piloto: Foram determinadas 2 operações críticas para o Piloto, uma na área de montagem dos Conversores de Torque (TC) e uma na linha de montagem das Transmissões.</p>
A	7) Oportunidades de melhoria	Oportunidades foram apontadas e/ou direcionadas para as áreas de Engenharia de Manufatura /Qualidade, Tecnologia da Informação e Operações sendo algumas delas resolvidas instantaneamente, outras em desenvolvimento ou ainda direcionada para uma segunda fase do projeto, figura 8.

Alguns pontos são importantes a serem destacados, por exemplo no item 4) requisitos e escopo da solução, antes de obter os registros gerados durante execução na fábrica, existe a necessidade de definição “do que” registrar. Com isso, idealizou-se 3 pontos ou áreas distintas para funcionamento adequado:

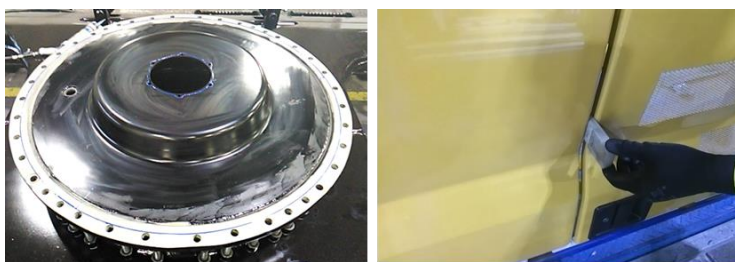
- Engenharia de Manufatura: determina “o que” será validado, registra as operações de inspeção e provê o auxílio visual adequado para os operadores;
- Montador: Realiza a montagem e registra todas as informações envolvidas no processo, seguindo a sequência e auxílio visual pré-estabelecidos.

- Qualidade: Inspecciona as informações registradas pelos montadores em “Gates” definidos pela própria área.

No item 5 (Solução) no *Sharepoint* são lançadas as informações como modelo da máquina, *step* da linha, operação, descrição da operação, instruções da inspeção a realizar e anexos, para a engenharia de manufatura obter acesso aos registros. Essas informações são automaticamente transferidas para a plataforma do *Power Apps*, onde os operadores registram o número de série da máquina, seleção da operação a inspecionar, verificação de instruções detalhadas da inspeção, realizar o registro e salvar. Após o registro de todas as validações em processo/ inspeções requeridas nas operações, tais informações ficam armazenadas no Sistema *SharePoint* para verificação dos analistas de Qualidade. Por fim, o *Power BI* permite vários filtros para encontrar os processos necessários para validação. Possui integração direta aos dados do *SharePoint*. Apesar do software *Power Platform (Power apps)* ter algumas restrições de interação com outras ferramentas, sua aplicação se mostra eficaz e requer baixo *expertise* para aplicação e/ou manutenção, pois é uma aplicação que conta com todo o suporte interno de TI, além de ter custo zero da licença.

Na fase de validação do conceito, a figura 5 mostra a superfície aplicada e o alinhamento e espaçamento informados no quadro 2.

Figura 5: Imagens da superfície aplicada (esquerda) e do Alinhamento e espaçamento (direita)



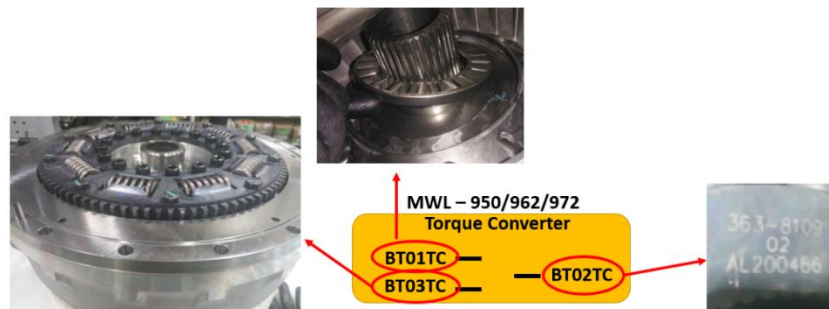
Fonte: Autor (2023).

Como resultado, obteve-se vários *feedbacks* positivos quanto a facilidade de registro e a aprovação do uso de celulares na aplicação pela sua viabilidade econômica comparada a outros meios.

Na validação do piloto (linha TC, figura 6), 3 operações foram determinadas para registro e foram testadas nos TC das máquinas. Os principais

objetivos de registros para validação foram: Montagem de Componentes e/ou Operação Omitida (Checar correta montagem de componentes) e Rastreabilidade de *Part Number*.

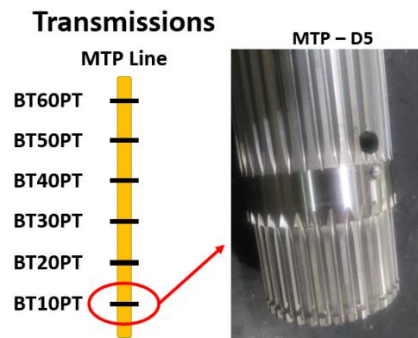
Figura 6: Locais testados na linha dos Conversores de Torque



Fonte: Autor (2023).

Na linha de montagem de transmissões, determinou-se um local para registro e foi testado na transmissão do trator de esteira. O principal objetivo de registro neste caso foi: Montagem de Componentes e/ou Operação Omitida: Checar a correta montagem de componentes durante operação. Na figura 7, tem-se um exemplo relacionando o local (BT10PT) com o componente.

Figura 7: Local testado na linha das Transmissões



Fonte: Autor (2023).

Por fim, as oportunidades de melhoria foram sintetizadas na figura 8:

Figura 8: Registro das oportunidades encontradas durante piloto

Areas Involved	Opportunities/Issues	Resolution
Manufacturing Eng./Quality	<ul style="list-style-type: none"> Lack of Interface for Quality Inspectors Add more fields to analyze operation Taking some time to reflect data Change app to guarantee inspection Develop solutions for automatic analysis (Pass/Fail) 	<ul style="list-style-type: none"> New Dynamic Interface created with more fields and simpler Frequency of Updates were Increased In Progress Vision – To be analyzed
IT	<ul style="list-style-type: none"> O365 Authentication Issues Slowness and Lack of Network Cellular Performance 	<ul style="list-style-type: none"> 4G SIM Card New Cellular Ordered
Operations	<ul style="list-style-type: none"> Operation Omitted Not using the tool properly 	<ul style="list-style-type: none"> Asked to use Andon to troubleshoot that. Software Changes to Poka-Yoke Usage

Fonte: Autor (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato das grandes empresas e organizações operarem em um ambiente dinâmico e global faz com que fiquem vulnerável a vários problemas de manufatura e qualidade, necessitando de uma resposta rápida e eficaz no atendimento aos clientes e na atualização de seus processos internos e externos.

O presente trabalho foi iniciado durante o Trabalho de Campo, no qual foi identificado algumas oportunidades de melhorias por cada integrante e através dessas oportunidades foram desenvolvidas e estudadas as melhorias possíveis. Em continuidade ao Trabalho de Campo, foi desenvolvido a revisão bibliográfica dos conceitos de Validação de Processo, Validação em Processo e Portões de Qualidade conforme manuais e procedimentos bem como outras fontes literárias, porém não encontrou outras fontes de consultas disponíveis para que fosse possível realizar a comparação deste estudo com outras empresas do setor de máquinas e equipamentos ou do setor automobilísticos.

Desta forma, foi avaliado o ambiente interno, mostrando que em operações de montagem manuais as validações e inspeção não são garantias de atendimento aos requisitos de desenho e processo. Por isso, no estudo de caso, afim de melhorar esta necessidade interna, foi desenvolvida uma ferramenta simples com o uso do pacote Office 365 e a câmera do celular como meio de controle visual da execução de atividades críticas nos processos de montagem afim de registro, inspeção e controle envolvendo 3 áreas (Engenharia de Manufatura, Operações e Qualidade), que possibilitou trazer maior

confiabilidade e rastreabilidade aos denominados "processos críticos" nas linhas de montagem, auxiliando e controlando sua execução. Sua aplicabilidade está completamente alinhada à estratégia de qualidade da empresa, buscando a robustez no controle e eliminação das falhas identificadas internamente, no *dealer* ou, ainda, no cliente final.

Assim, recomendamos o uso da ferramenta desenvolvida e a implementação do conceito de inspeção virtual para todos os processos críticos de montagem para atingir os objetivos relativos à redução de defeitos.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA. **Comissão de Qualidade ANFAVEA/SINDIPEÇAS - GT8**. Disponível em: Comissão de Qualidade ANFAVEA/SINDIPEÇAS - GT8. Acesso em: 22 jan. 2023.

CATERPILLAR PRODUCTION SYSTEM. **CPS Process Manual: Manufacturing Engineering Version 2.3**. USA: Peoria, 2016, 190 p.

CATERPILLAR PRODUCTION SYSTEM. **CPS Process Manual: Quality Management Version 2.3**. USA: Peoria, 2016, 76 p.

ENDINSPECTION, **Ensaio de solda por ultrassom**. Disponível em: <https://www.endinspection.com.br/ensaio-solda-ultrassom>. Acesso em 05.jan.23

ENGINEER AMBITIOUSLY, **Ambiente gráfico de desenvolvimento de sistemas LabVIEW**. Disponível em <https://sine.ni.com/np/app/main/p/docid/nav-104/lang/pt/>. Acessado em 05.fev.23.

Ergonomic and Safety Criteria for Manual Material Lifting, Version 0. USA: Peoria, 2007, 3p.

GIL., Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2022.

HUMANTECH. **Applied Industrial Ergonomics – Version 4.3**. 2008. Disponível em: <https://pdfslide.net/documents/applied-industrial-ergonomics-43tcm1038-133720.html>. Acesso em: 15 jan. 2023.

Implementation Of 5s In Scientific Equipment Company. Haryana, India: Blue Eyes Intelligence Engineering & Sciences Publication, v. 8, n. 3, 2019.

MICROSOFT, **O que é o Power Apps?**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/powerapps/powerapps-overview#:~:text=O%20Power%20Apps%20%C3%A9%20um,para%20suas%20necessidades%20de%20neg%C3%B3cios>. Acessado em 05.fev.23.

MINISTÉRIO DA SAÚDE/AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA/DIRETORIA COLEGIADA. **IN 47: INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN**

Nº 47, DE 21 DE AGOSTO DE 2019. Brasília: Diário Oficial da União, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-47-de-21-de-agosto-de-2019-211914011>. Acesso em: 15 fev. 2023.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (California). **Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling**. 2007. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-131/pdfs/2007-131.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2023.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção**: Além da produção em alta escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PARREIRAS, P. A.; GUIMARÃES, E. H. R.; NEVES, J. T. R.; JEUNON, E. E.. Inovação em Processos e Gestão da Qualidade: análise da implantação da metodologia de wcm na case new holland. **Iptec**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 17-27, dez. 2014. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/iptec/article/view/9336/4103>. Acesso em: 22 jan. 2023.

PRÁTICA DE MANUFATURA MH2300. **IN-PROCESS VALIDATION AND QUALITY GATES**. Change Number 04. Fevereiro, 2023.

ROSA, Renata de Souza. **O Programa “5s”** –. 2007. 44 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação**. 3ª ed., Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de pós-graduação em engenharia de produção, laboratório de ensino à distância, Florianópolis, 2001.