INTERFACE TECNOLÓGICA

DESENHO TÉCNICO COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS: estudo em empresa metal mecânica

TECHNICAL DRAWING AS A TOOL TO SUPPORT WASTE DISPOSAL: study in metal mechanics company

Fernando Merlin Marcon –fernando.m.bubbaloo@terra.com.br

João de Lucca Filho –joaodelucca@terra.com.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – SP – Brasil

RESUMO

O desenho técnico é peça-chave para a elaboração de produtos com maior qualidade e menor quantidade de problemas de fabricação, pois a ausência do desenho nas etapas de projeto e simulação do produto podem trazer consequências negativas para as etapas de produção. O presente artigo aponta para a importância do desenho técnico mecânico no âmbito industrial bem como para a evolução de seu uso com a inserção dos recursos de visualização em duas e três dimensões. Após a realização de uma revisão bibliográfica foram levantados dados dos erros para quatro produtos fabricados por uma empresa do setor metal mecânico que atua no ramo da agricultura. Para cada um dos produtos foram analisados quatro processos: corte, dobra, soldagem e montagem. As análises quantitativas dos dados indicaram uma redução de desperdício de material, tempo e retrabalho para os produtos e processos.

Palavras-chave: Desenho técnico. melhoria de processos. desenho assistido por computador.

ABSTRACT

The technical drawing is a key part for the elaboration of products with higher quality and fewer manufacturing problems. The absence of drawing in the project and simulation stages of the product can bring negative consequences for the production steps. This article points to the importance of mechanical technical drawing in the industrial sphere and also for the evolution of its use with the insertion of the visualization features in two and three dimensions. After a bibliographic review, data were collected from the errors for four products manufactured in a mechanical metal sector company that operates in the field of agriculture. Four processes were analyzed for each one of the products: cutting, bending, welding and assembly. The quantitative analysis of the data indicated a reduction of waste of material, time and rework for the products and processes.

Keywords: Technical drawing. process improvement. computer aided drawing.

1. INTRODUÇÃO

Ribeiro (2014) descreve que a linguagem do desenho técnico é universal. No ano de 1746 – 1818, o criador do método diédrico, o francês Gaspar Monge matemático desenhista também conhecido como Método de Monge ou Método da Geometria Mongeana, grande desenvolvedor e impulsionador do desenvolvimento da tecnologia, hoje ainda esse impulso se propaga ao ponto de todas as áreas que utilizam desenho, usada na representação das mais variadas formas de desenho. O Método de Monge é, ainda hoje, um dos métodos e ferramentas mais usadas por todos os desenhistas projetistas, é o primeiro passo que o desenhista tem que determinar em qual diédrico começar a esboçar o projeto, no 1º ou 3º diédrico.

Para Severino (2013) o desenho foi desenvolvido a partir da necessidade de se produzir peças, produtos, ferramentas e máquinas de precisão, bem como, edificações no setor de construção civil. O desenho técnico tem por finalidade representação precisa de peças e produtos no plano descrevendo as suas formas no mundo material, visto que, isso permite a construção e reconstrução de projetos usuais para os engenheiros e técnicos.

Paralelamente, Cataplan (2016) apresenta que o desenho técnico industrial é considerado com a linguagem gráfica universal, da mesma forma que a linguagem verbal na qual a alfabetização da escrita tem certa exigência com o desenho técnico e da mesma forma é necessário que haja treinamento específico para a sua interpretação e execução, sua linguagem é utilizada em figuras bidimensionais para representar peças que são formas espaciais.

Neste contexto, esse artigo apresenta definições sobre o desenho técnico e sua proposta de uso em projetos de produtos destacando a utilização dos softwares de apoio a criação e exibição de arquivos digitais de desenhos. Também foram coletados dados e informações dos processos de dobra, furação, corte e soldagem de quatro produtos de uma indústria metalúrgica do setor agrícola com o objetivo de analisar o impacto do desenho técnico mecânico na diminuição de erros dos processos de fabricação desses produtos.

2 PROJETO DE PRODUTO E DESENHO TÉCNICO MECÂNICO

Para Shigley; Mischike; Budynas (2005) projetar é um processo inovador e altamente interativo, ainda é um processo de tomada de decisão entre a engenharia e projeto, decisão que algumas vezes, tem de ser tomadas com base em pouca informação, ocasionalmente com

a quantidade certa de informações, ou mesmo com uma fartura de informações parcialmente contraditórias, para que não haja problemas nas peças.

Os mesmos autores Shigley; Mischike; Budynas (2005) indicam que projetar consiste em formular um plano que satisfaça a necessidade específica e solucione os problemas em relação aos projetos da agricultura. Se tal plano resultar na criação de um produto, deverá ser funcional, seguro, confiável, competitivo, utilizável, manufaturável e mercável.

Para Ferreira; Faleiro; e Souza (2008) o desenho técnico é à linguagem gráfica com que a indústria, os engenheiros, tecnólogos, projetistas, desenhistas, expressam e documentam seus projetos e ideias, na indústria metalúrgica e na mecânica essa linguagem é conhecida como desenho técnico mecânico.

Taioli (1980) explica que o desenho técnico mecânico se distingue dos desenhos artísticos. Os desenhos artísticos não abordam características de construção, não tem tolerâncias dimensionais e não seguem normas técnicas de detalhamento. Já o desenho técnico, contém informações precisas, exatas e completas do conjunto ou peça a ser produzido, tornando-se a base para um bom projeto e consequentemente um bom produto.

Nesse contexto Taioli (1980) descreve e enumera que um desenho técnico mecânico tenha que cumprir com sua finalidade, ele deve ser composto de:

1. Uma apresentação gráfica que defina o projeto ou peça que está representando na folha desenhada do projeto.
2. Dimensionamento de peças por meio de suas cotas.
3. Por notas explicativas com as especificações referentes às matérias a serem usados nas peças ou projeto.
4. Tipos de acabamentos e tratamentos que serão realizados nas peças.
5. Legenda com todas as identificações do desenho técnico mecânico.

Ribeiro (2014), explica que na maior parte, os desenhos de projeto de produtos são feitos nas indústrias em geral, na construção civil, na montagem, na representação de relevos topográficos, em cartas náuticas, em desenvolvimento de produtos industriais, projeto e construção de móveis e promoção de vendas.

Novaski (2014) afirma que para criação de projetos é importante que os componentes se ajustem perfeitamente com a montagem, sem que sejam submetidos a um tratamento ou ajuste suplementares. Isso teve uma grande evolução devido às ferramentas usadas atualmente pela engenharia. A busca pela inovação presente em empresas de todo o mundo, valorizam ainda mais a criação de peças e projetos com a utilização dos softwares de desenhos técnicos

no desenvolvimento de produtos. Softwares com recursos de visualização em 3D permitem visualizar o projeto, peças e máquinas antes mesmo que elas sejam produzidas.

2.1 Desenho técnico mecânico assistido por computador

Ao se analisar os trabalhos de Shigley; Mischike; Budynas (2005) e Novaski 2014 percebe-se o destaque ao fato de que os ajustes das peças e a montagem devem ser perfeitos. A partir disso, é possível compreender a importância de um bom desenho técnico utilizando recursos como os softwares 2D e 3D e seus impactos em todo o processo de fabricação.

Com o surgimento de softwares salienta que os softwares tinham um auto custo às grandes empresas como a GM, FORD E BOEING, no ano de 1960, passaram a desenvolver seus próprios sistemas de software CAD. Em 1970 surgem as primeiras aplicações voltadas ao 3D (em 3 dimensões), em CADs (Computer Aided Design) que eram ainda muito rudimentares e ainda semelhantes aos desenhos à mão livre.

Em 1977 surgiu a empresa francesa DASSAULT SYSTEMES, desenvolvedora dos softwares CATIA e posteriormente do SOLIDWORKS. Criada e liderada pelo engenheiro aeronáutico Francis Bernad, a empresa marcou sua grande evolução no final da década de 1990 quando surgiram os primeiros softwares de CAD conectados à internet (MOREIRA, 2015).

Nos anos 2.000 os softwares 2D (em 2 dimensões) e 3D de desenhos assumem destaque para criar projetos com uma perfeição que apoia a qualidade dos projetos, tornando-se ferramenta indispensável no setor de engenharia e projetos.

2.2 Classificação do desenho técnico mecânico

Para Taioli (1980) os desenhos técnicos, recebem suas classificações conforme seu propósito, sua finalidade, gênero e acabamento do projeto, dividindo-se entre:

1. Esboço: que antigamente apenas era feito a mão livre, com os softwares 2D e 3D, teve a sua evolução, mas continua da mesma forma, sendo cotados, guardando aproximadamente as proporções do projeto e da peça, apresentados.
2. Desenho: Preliminar desenho de projeto ou conjunto, com as dimensões aproximadas da peça e projeto, pode haver correções e estar sujeito a modificações.

3. Desenho Definitivo do projeto: conjunto, peças, seu detalhamento e de extrema importância e obrigatório, e suas escalas deve conter todos os elementos necessários que o desenho precisa para a sua interpretação e compreensão das peças descritas, para que o projeto tenha a sua fabricação.
4. Gráficos e diagramas: são modalidades de desenhos técnicos destinados a representar função e sistema.
5. Original Desenho: é executado diretamente pelo projetista e desenhista e destinado a um arquivo ou referência ao nome original.
6. Cópia: é o nome da reprodução do desenho original, nas mesmas dimensões sempre obtido por contato direto ou outro processo exato de desenvolvimento.
7. Reprodução: apresentação tem que ter um tamanho proporcional, tamanho reduzido ou tamanho ampliado, dos desenhos originais, obtida por qualquer processo de fabricação ou desenvolvimento.

2.3 Desenho técnico mecânico e suas normas

As normas surgem para unificar e evitar que a desorganização emperrasse a produção e com isso, ordenar os produtos e oferecer um produto com máxima qualidade. Com a normalização dos produtos, a indústria pode ter seu desenvolvimento e progresso facilitados tornando possível baratear e melhorar a fabricação.

Mesmo com a evolução dos desenhos técnicos mecânicos, as normas e as tolerâncias dimensionais precisam estar presentes. Um simples parafuso pode assumir medidas universais e ser usado em vários equipamentos. Sem normas, cada indústria poderia fabricar seu próprio parafuso e tipo de rosca, cabeça ou porca, impossibilitando uma padronização.

Segundo Ribeiro (2014) no Brasil as normas são aprovadas e editadas pela ABNT. Fundada em 1940, essa organização tem por objetivo estabelecer que as empresas nacionais tenham uma padronização internacional e com isso facilitar o intercâmbio de peças, produtos e serviços entre os países. Em 1947, órgãos normalizadores de diferentes países foram reunidos e surgiu a ISO (International Organization for Standardization), Organização Internacional de Normalização.

Miceli e Ferreira (2010) descrevem que o desenho técnico também deve ser executado dentro do padrão e regras já estabelecidas de conhecimento de todos, permitindo seu

entendimento. Tais padronizações e regras podem ser baseadas na ABNT e da norma ISO, procurando atender as necessidades de intercambiabilidade entre países.

2.4 Eliminação de desperdício e desenho técnico

As tentativas de evitar os desperdícios Horngren (1972), Shillinglaw (1977) e Bierman Jr (1990) et al. de conceituar genericamente os desperdícios baseiam-se no tratamento dos diferentes tipos de desperdícios no processo de produção do produto e do sistema de custos das empresas. Os chamados *wastes* são tipos de desperdícios inevitáveis, enquanto os *spoilages*, representam as sucatas e os retrabalhos que podem ser desperdícios evitáveis.

Para Sushil (1990) conceitua, na mesma linha dos autores anteriores, que alguns desperdícios são inevitáveis no funcionamento de qualquer processo de produção e fabricação de um produto. Sendo assim, o objetivo principal de implantação de um processo de melhoria que a empresa se submete, deveria ser a redução de todas as formas de desperdícios, de modo a se fazer o melhor uso dos recursos disponíveis.

Considerando ainda, Novaski (2014) afirma que é necessário quantificar as grandezas dimensionais a fim de obter peças com dimensões e padrões que esteja especificado dentro do projeto executado e nesse sentido, o projeto de produto bem elaborado, baseando-se em um desenho técnico corretamente desenvolvido contribui para a eliminação dos tipos de desperdícios e erros de processo.

3 METODOLOGIA

Para alcançar seu objetivo este estudo baseou-se em uma pesquisa quantitativa a partir da coleta de dados de erros em processo de produção, bem como um levantamento bibliográfico e documental. O levantamento de dados utilizou como fonte os registros mantidos pela empresa sobre os processos de fabricação dos produtos.

O referencial teórico abordou a importância do desenho técnico, sua evolução e seu uso como ferramenta de melhoria na busca pela eliminação de desperdícios no processo de produção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A empresa metalúrgica, objetivo deste estudo está localizada na cidade de Matão, interior do Estado de São Paulo e foca seus processos e atividades na indústria metal mecânica para agricultura. Com três anos em atividade no mercado de implementos agrícolas, a empresa comercializa implementos para o preparo da terra até o seu plantio atendendo todo o território nacional e países do Mercosul.

A coleta de dados foi realizada no período de agosto de 2017 à agosto de 2018, destacando-se que os processos de melhoria a partir do uso do desenho técnico foi iniciado em fevereiro de 2018.

Observou-se que a empresa possui um sistema de produção cujo layout está organizado de maneira funcional dividido em quatro setores diferentes: corte, dobra, soldagem e montagem final, sendo que todos os produtos analisados passam por todos esses setores de maneira sequencial.

As peças agrícolas produzidas são padronizadas com a programação e quantidade de produção estável, utilizando equipamentos especializados e especialmente projetados para alcançar até altos volumes, além de requerer uma rotina simplificada de operações.

Notou-se que embora as referências teóricas indiquem que as peças do projeto devam ter as especificações e valores de tolerância devidamente dimensionados e indicados nos desenhos técnicos, nos produtos e processos analisados neste estudo, isso não estava ocorrendo.

No processo de soldagem, por exemplo, o recebimento das peças do corte e dobra já era feito com erros de fabricação, resultando em problema já na junção das peças para começar o processo de solda. Detectou-se assim a não conformidade de peças que ocorria com grande frequência baseadas principalmente nas furações que tinham erros de graus de alinhamento ou estavam tortas, pois não havia um desenho adequado. Sem um profissional para realizar o desenho técnicos, os projetos para o produto ou não existia ou faltavam detalhes.

Na etapa da montagem final dos produtos, espera-se que um projeto ou desenho técnico mecânico bem elaborado, torne a realização da atividade mais rápida e diminua o retrabalho, mas não era o que ocorria no processo de montagem. No momento das junções das peças para colocação de pinos, parafuso e porcas a sequência das furações não tinha uma concentricidade. Com isso os equipamentos não podiam ser montados corretamente gerando

retrabalho e deslocamento de funcionários de outros setores para o setor de montagem final. Em vários casos, mesmo com correções e retrabalhos os erros dos processos anteriores influenciavam na montagem final e na qualidade do produto.

As atividades de melhoria tiveram seu início a partir do mês de fevereiro/2018 quando foi contratado, para atuar junto do setor de engenharia e projetos, um desenhista projetista. A proposta foi para que este profissional pudesse contribuir com os proprietários, que são engenheiros, nas atividades de projetos e desenho técnico. Para o desenvolvimento dos desenhos técnicos foram utilizados três softwares diferentes: o AUTOCAD, o AUTODESK INVENTOR e o SOLIDWORKS.

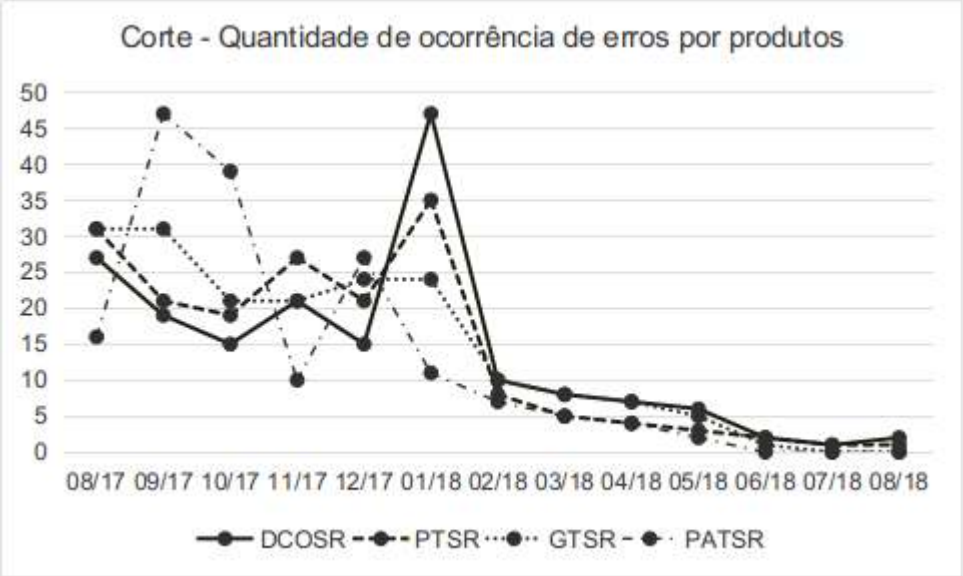
Com a ajuda dos softwares 2D e 3D foram desenvolvidos pelo setor de engenharia o aprimoramento de projetos existentes e a elaboração de novos projetos, peças, conjuntos e montagens. O software 3D, foi utilizado também para obter uma visão do produto final e até mesmo onde deveria ser efetuada a correção da peça ou do projeto. Em seguida, foi estabelecido um diálogo, entre engenharia, desenhista e operadores para melhor compreensão do produto final que o cliente está adquirindo.

A partir da elaboração correta do desenho técnico e obtenção de melhores projetos para os produtos, foi possível observar a melhoria nos produtos e processos. Para este estudo foram analisados os seguintes produtos: 1 - DCOSR; 2 -PTSR; 3 - GTSR e 4 - PATSR. Cada um dos produtos teve seus erros acompanhados nos processos de corte, dobra, furação e soldagem. A seguir são apresentados o comportamento dos erros em termos de quantidade de ocorrências nos seis meses que antecederam o início do desenvolvimento dos desenhos técnicos e nos oito meses após sua implantação.

4.1 Corte

No gráfico 1 analisou-se o processo de corte a plasma e a quantidade de ocorrência de erros por produto. Os pontos de maiores erros no processo de fabricação ocorreram entre agosto 2017 a janeiro 2018, com destaques para os produtos PATSR e DCOSR. Com a implementação do desenho técnico mecânico verificou-se um resultado satisfatório de fevereiro a agosto de 2018, reduzindo os erros no processo.

GRÁFICO 1 – Indicador de ocorrência de erros no processo de corte a plasma.

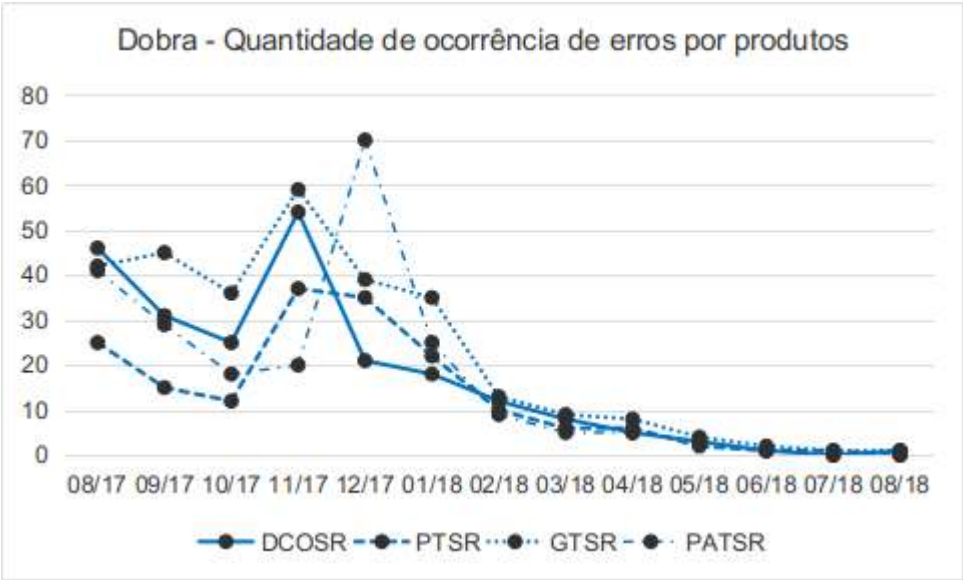


FONTE - Elaborado pelos autores (2018).

4.2 Dobra

O gráfico 2 verificou-se o processo de dobra e as ocorrências de quantidade de erros por produto. Nos períodos que precederam o uso do desenho técnico, todos os produtos tinham comportamento similar quanto aos erros. A partir de fevereiro a agosto de 2018 os erros foram minimizados para todos os produtos.

GRÁFICO 2 – Indicador de ocorrência de erros no processo de dobra.

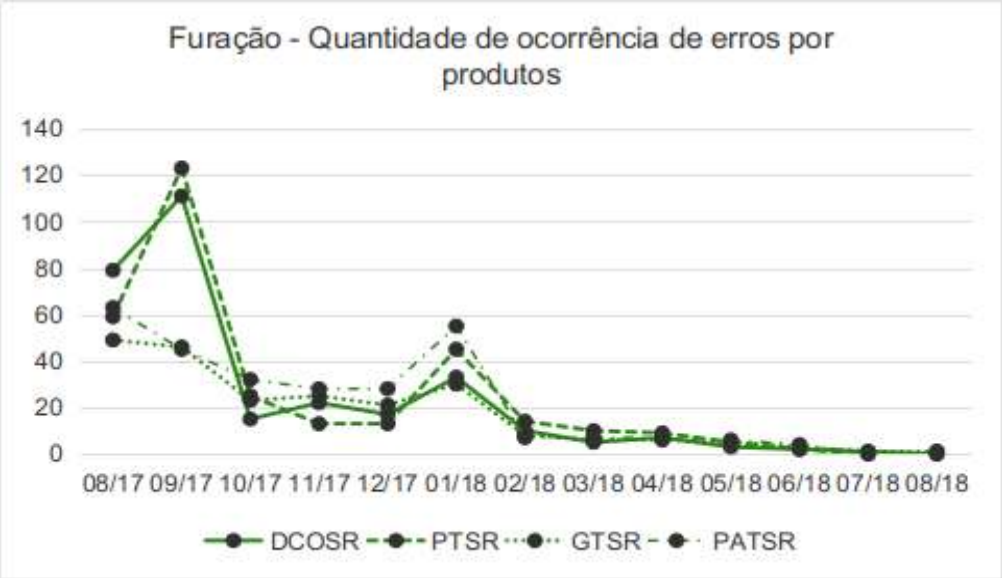


FONTE - Elaborado pelos autores (2018).

4.3 Furação

A análise do gráfico 3 diz respeito ao processo de furação, onde os erros ocorriam, principalmente, por falta de concentricidade dos furos. Os picos de maiores erros dos produtos aconteceram nos meses de agosto e novembro de 2017. Também para esse processo houve redução de problemas para todos os produtos estudados, a partir do uso do desenho técnico.

GRÁFICO 3 – Indicador de ocorrência de erros no processo de furação.

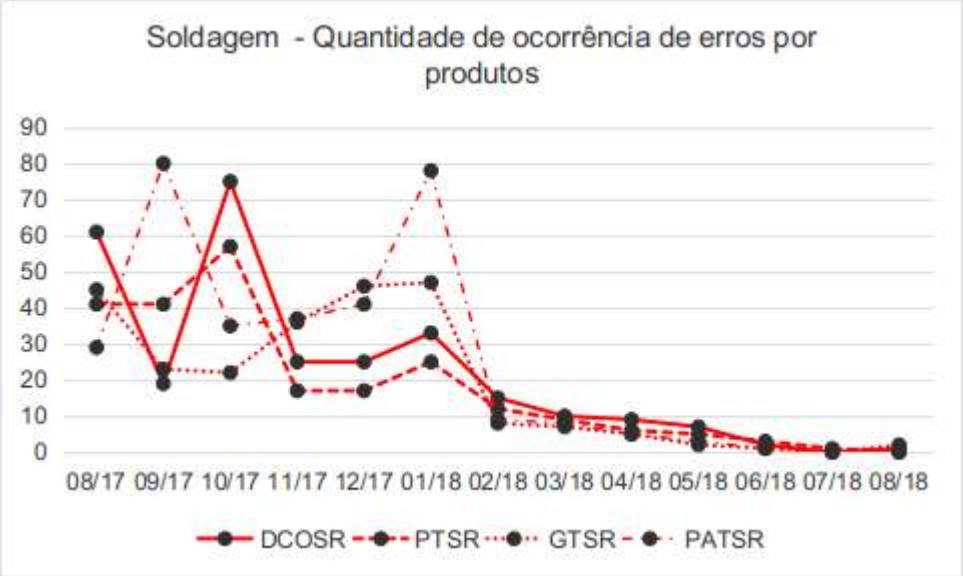


FONTE - Elaborado pelos autores (2018).

4.4 Soldagem

No processo de soldagem, cujo comportamento de erros é representado pelo gráfico 4, a exemplo do que foi relatado nos processos anteriores, é perceptível a mesma tendência de eliminação de erros para todos os produtos analisados.

GRÁFICO 4 – Indicador de ocorrência de erros no processo de soldagem.



FONTE - Elaborado pelos autores (2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos sete meses da implantação dos desenhos técnicos mecânicos é possível identificar diminuição dos erros de fabricação em todos os produtos analisados neste estudo.

É notório também que com a implantação dos softwares de desenho, o processo pode se beneficiar das vantagens do desenvolvimento de projetos em softwares 3D. Por exemplo, os desenhos elaborados para o corte foram salvos em formato digital DXF, cujo padrão é utilizado para que o programa das máquinas de corte possa efetuar o trabalho de maneira mais adequada. O recurso 3D permitiu também a realização de revisões, já na etapa de pré-fabricação do produto, resultando em dobras e cortes com ângulos e graus melhor ajustados. Dessa forma, com as melhorias incorporadas ao projeto, no setor de soldagem, as junções não precisaram de retrabalho e o setor de montagem final obteve aumento de qualidade.

Foi observado ainda que a perda de material também foi reduzida e houve uma melhora de tempo para a montagem, obtendo-se mais rapidez para o produto ser entregue para o cliente final.

Tem-se que durante esse processo de implantação de melhoria, o objetivo foi atingido e os desperdícios foram eliminados, representando níveis de desempenho mais altos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisou-se no presente estudo que o desenho técnico é de extrema importância para o desenvolvimento de projetos pelas indústrias e que a implantação dos softwares para essa tarefa tornou-se uma ferramenta essencial para o processo produtivo.

Diante do fato de que a produção de uma empresa deve ser capaz de satisfazer as necessidades e exigências dos seus consumidores, o desenvolvimento do produto com o auxílio de desenho técnico pode ter grande impacto no desempenho dos processos de fabricação.

Verificou-se ainda que o comprometimento de todos os colaboradores em conjunto e o entendimento de todos sobre os objetivos do projeto foi também fator determinante para o sucesso das tarefas durante o período de implantação dos desenhos. As reuniões entre colaboradores para verificar qual seria a melhor forma do processo ser executado possibilitou um processo produtivo mais rápido, baixa nas não conformidades e um produto com maior qualidade.

REFERÊNCIAS

BIERMAN JR, HAROLD et al. **Contabilidade de custos. Conceitos e aplicações gerenciais**. Boston, EUA, PWS - KENT – Publicação, 1990, 390p.

CATAPLAN M. F. **Desenho Técnico**. Curitiba, 2016. Disponível em <https://docente.ifrn.edu.br/gildamenezes/disciplinas/desenho-tecnico/2015/catapan> Acesso feito em 05 de agosto de 2018.

FERREIRA R. C.; FALEIRO H. T.; SOUZA R. F. **Desenho Técnico** – Goiás - março 2008. Disponível em <https://portais.ufg.br/up/68> Acesso feito em 09 de agosto 2018.

HORNGREN, CHARLES T. **Contabilidade de custos, uma ênfase gerencial**. 3 edição. Penhascos de Englewood, New Jersey, EUA, Prentice - Hall, 1972, 546p.

MICELI, M. T.; FERREIRA, P. **Desenho Técnico Básico**. Editora Novo Milênio Ao Livro Técnico. São Paulo, 2010.

MOREIRA, L. **História dos softwares CAD, Evolução e desenvolvimento**, 16 setembro de 2015. Disponível em <https://prezi.com/qwseh_cfrgvc/historia-dos-softwares-cad-evolucao-e-desenvolvimento-das-f>. Acesso em 02 de agosto 2018.

NOVASKI, O. **Introdução à Engenharia de Fabricação Mecânica,** 2ª Edição. São Paulo, Editora Blucher 2014, 120p.

RIBEIRO, A. C.; PERES, M. P.; IZIDORO, N. **Curso de desenho técnico e AutoCad.** São Paulo, ed. Pearson Education do Brasil, 2013. (Série Bibliográfica Universitária Pearson), 320p.

SEVERINO, D. **Aula 01 - Desenho técnico - história, geometria descritiva e figuras geométricas.** Canal Daniel. CAD, Youtube, 3 jun. 2013. Disponível em <https://youtu.be/XSiFTNDlvgM>. Acesso feito em: 09 de agosto. 2018.

SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C. R.; BUDYNAS, R. G.; **Projeto de Engenharia Mecânica,** 7ª Edição, Artmed Editora S.A. Bookman Companhia Editora, São Paulo, 2005, 960p.

SHILLINGLAW, GORDON. **Contabilidade de custos gerenciais**, 4 edição, Homewood, Illinois, EUA, 1989.

SUSHIL. **Abordagem de sistemas ao planejamento nacional, um estudo em gerenciamento de resíduos.** Publicação Anmol, Nova Deli, EUA, 1989.

TAIOLI, P. J. **Nova mecânica industrial, Desenho Técnico Mecânico**. Santos: Editora Brasília Ltda, 1980, 237p.