

DESENHO MECÂNICO: aplicação em processo de manufatura em uma indústria metalúrgica***MECHANICAL DRAWING: applied on a manufacturing process in a metallurgical industry***

Fernando Merlin Marcon – fernando.m.bubbaloo@terra.com.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

Ronaldo Ribeiro de Campos – ronaldo.campos@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v19i1.1356

Data de submissão: 10/03/2022

Data do aceite: 29/05/2022

Data da publicação: 30/06/2022

RESUMO

O desenho técnico mecânico pode ser considerado um dos recursos fundamentais no processo produtivo, pois permite melhorias na comunicação e elaboração do processo de fabricação e da qualidade dele resultante. O presente artigo aborda a importância do uso e função do desenho técnico no processo de manufatura. Neste cenário foi feito um breve levantamento sobre a evolução histórica da transição do desenho feito a mão livre até os softwares de 2D e 3D. Além disso, são apresentados os principais conceitos sobre os elementos e características do desenho técnico mecânico. Em seguida é apresentado um estudo de caso sobre a aplicação do desenho técnico mecânico em um dos processos de produção de uma empresa metalúrgica. Os principais resultados apontam para ganhos como diminuição de tempo do processo, redução de estoque e eliminação de desperdícios.

Palavras-chave: Desenho mecânico, processo de fabricação, softwares 2D e 3D.**ABSTRACT**

The mechanical technical design can be considered one of the fundamental resources in the production process, as it allows for improvements in communication and elaboration of the manufacturing process and the resulting quality. This article addresses the importance of the use and function of technical drawing in the manufacturing process. In this scenario, a brief survey was carried out on the historical evolution of the transition from freehand drawing to 2D and 3D software. In addition, the main concepts about the elements and characteristics of mechanical technical drawing are presented. Then, a case study is presented on the application of mechanical technical design in one of the production processes of a metallurgical company. The main results point to gains such as reduction of process time, inventory reduction and waste elimination.

Keywords: Mechanical drawing, manufacturing process, 2D and 3D software.

1. INTRODUÇÃO

O desenho técnico, conforme esclare Ribeiro (2014), é uma forma de se expressar de forma gráfica e sua finalidade de representar formas, dimensões e posições de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas modalidades de processos na engenharia, a importância do desenho técnico no processo tecnológico e produtivo, como é aplicado nas empresas, a evolução dos softwares de apoio a criação e exibição de arquivos digitais de desenhos e o processo de desenvolvimento dos desenhos feitos a partir deles. Desta forma tem-se por objetivo mostrar a importância do desenho técnico no processo produtivo de qualquer produto produzido pelas indústrias, desta forma, será exibido como fazer sua interpretação, classificação, normas e como o software de criação de projetos teve a sua importância nas áreas de tecnologia e processos.

Moreira (2015) salienta que por volta de 1960 os softwares tinham um alto custo mesmo para grandes empresas e isso as levou a optar por desenvolver seus próprios aplicativos de desenho, os chamados CAD (*Computer Aided Design*). Nessa linha histórica, surge em 1970 as primeiras aplicações com recursos de desenhos em três dimensões (3D). Ainda muito rudimentares, eram semelhantes aos desenhos a mão livre. Porém, na década de 1990 essa área passou por uma grande evolução com softwares mais elaborados, de utilização mais simples e com opção de conexão com recursos disponíveis via internet.

Em 2021 ao se tratar as questões de projetos que envolvem desenhos, fica muito difícil dissociá-los do uso de softwares 2D e 3D para se criar e projetar com um nível profissional de perfeição e qualidade do produto já desde sua etapa de projeto.

A justificativa para este estudo baseou-se, principalmente na questão que, sendo os softwares atuais economicamente viáveis para as organizações, isso deve impulsionar os ganhos quanto a produção adequada e rápida de produtos com menos chances de erros em sua construção, além da contribuição indireta sobre os aspectos de contratação de mão de obra qualificada para trabalhar com os softwares e o menor impacto ambiental em função da obtenção de produtos melhor projetados.

A partir dessa justificativa foi elaborado um estudo no ambiente de uma indústria metalúrgica para descrever alguns dos benefícios que foram notados após o início do uso do desenho técnico mecânico em um de seus processos de produção.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são abordados os estudos que norteiam a pesquisa, que vão desde a classificação do desenho técnico mecânico, sua relação com o desenho técnico e os processos tecnológicos que envolve esse conceito até a existência de suas normas.

2.1. Classificação do desenho técnico mecânico

Mesmo com todas as inovações e uso de tecnologia digital um desenho técnico pode ser detalhado a cada elaboração de projeto.

Para Taioli (1980) os desenhos técnicos têm classificações baseadas em seus propósitos e finalidades, gênero e acabamento do projeto, podendo ter suas indicações da seguinte maneira:

1. **Esboço:** que antigamente apenas era feito à mão livre, hoje com a chegada dos 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 ser 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. **Desenho Original:** 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 reprodução.
7. Na sua reprodução, apresentação tem que ter um tamanho proporcional, tamanho reduzido ou tamanho ampliado, dos desenhos originais, obtida por qualquer processo de cópia ou reprodução.

Taioli (1980) também descreve a importância do desenhista de sua arte em representar um objeto, ressalta que é oportuno observar que, no desenho técnico mecânico, estão contidas ainda todas as normas e as informações necessárias para a confecção do produto.

Novaski (2014) destaca que mesmo com a evolução dos desenhos técnicos mecânicos, as normas e as tolerâncias dimensionais se mantiveram. Um simples parafuso que é um produto com medidas universais, seria impossível ser usado em vários equipamentos, sem as normas se cada indústria fabricasse seu parafuso e tipo de rosca, cabeça ou porca, não seria possível uma padronização, cada fábrica teria seu equipamento e reposição de peça.

Taioli (1980) informa que cada país pode ter a sua associação de normas técnicas e todos que estão ligados direta ou indiretamente ao projeto devem optar sempre acata-las pois representam melhor adequação às situações para as quais se aplicam. Como exemplo, Taioli (1980) cita:

- Na Itália organizou-se o Comitato Generale per L'unificazione nel'Industria Meccanica" a UNIM.
- Nos Estados Unidos as normas são à "American Standards Association" a ASA.
- Na Argentina temos a "Instituto Argentino de Racionalizacion de Materiales" a IRAM.
- Na Alemanha temos a norma mais usada em todo mundo a "Deutsche Industrie Normen" a DIN.
- No Brasil a norma é a "Associação Brasileira de Normas Técnicas" a ABNT.

Ainda no que diz respeito ao Brasil, Ribeiro (2014) registra que a ABNT foi fundada em 1940 com o objetivo estabelecer que as empresas nacionais tivessem uma padronização internacional e com isso facilitar o intercâmbio de peças, produtos e serviços entre os países.

Miceli; Ferreira (2010) indica que o desenho técnico deve ser executado dentro do padrão e regras já estabelecidas que permitam seu entendimento. Assim, ao adotar as padronizações e regras desenvolvidas, por exemplo, pela ABNT e ISO atende-se as necessidades de intercambiabilidade entre países e ainda se obtenha melhorias no processo e projetos de peças à medida que as normas contribuem para um padrão de fabricação e qualidade do produto.

Outra indicação importante vem de Taioli (1980) ao argumentar que o desenho técnico engloba um conjunto de metodologias e procedimentos necessários ao desenvolvimento, comunicação entre os projetos e conceitos ideias que fazem uso de um conjunto constituído por

linhas, números, símbolos e indicações escritas e normas que podem ser baseadas em padrões internacionais.

Porém, para que se tenha um bom resultado com o uso do desenho técnico em um projeto é necessário ainda conhecer as ações do processo que está sendo implantado na empresa e para isso utiliza-se em conjunto os dados dos objetos aliados aos processos de fabricação do produto (SHIGLEY; MISCHIKE; BUDYNAS. 2005).

2.2. Desenho mecânico: elaboração e representação

Novaski (2014) comenta sobre a importância de um desenho técnico bem elaborado e como a tecnologia digital dos softwares 2D e 3D contribui para os ajustes perfeitos das peças e conjuntos, desenvolvidos a partir desta tecnologia, no processo de produção e montagem.

Tal indicação aponta para a importância de se executar um bom desenho técnico com o apoio da tecnologia digital e como isso pode impactar todo o processo de fabricação, uma vez que os componentes se ajustam mais perfeitamente sem que sejam submetidos a um retrabalho ou ajuste suplementares.

A mesma ideia se aplica à forma como a inovação nas empresas do mundo contemporâneo pode ser também apoiada, uma vez que as etapas do desenvolvimento de novos produtos com a utilização de softwares 3D permitem visualizar o produto, as peças, equipamentos e até simulação da funcionalidade e operação antes mesmo que elas sejam produzidas.

Neste ambiente Shigley; Mischike; Budynas (2005) observam que a participação humana nesse processo destacando a importância do projetista, é necessário que o projetista possa saber escolher entre possíveis alternativas de soluções e padrões para o projeto.

Vale considerar que, conforme indica Novaski (2014), mesmo para tais escolhas como por, exemplo, o sistema de tolerância e ajustes de peças existem conjuntos de regras e equações que têm por objetivo normatizar e limitar as variações das dimensões dos componentes de um conjunto.

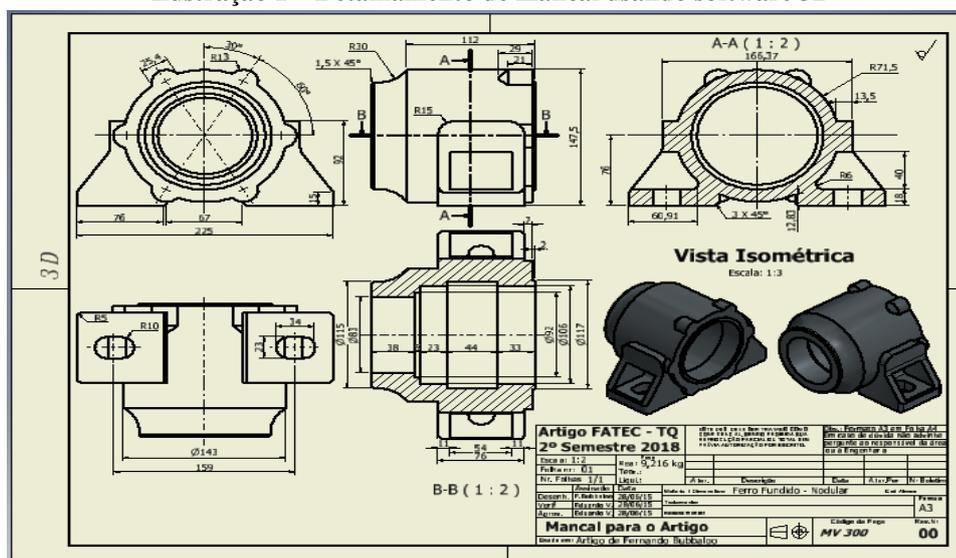
Shigley; Mischike; Budynas (2005) consideram assim que os engenheiros mecânicos, tecnólogos, desenhistas e projetistas, devem atuar juntos nesse processo de desenvolvimento, pois todos estão associadas ao projeto e ao processo tecnológico de fabricação resultante.

Ribeiro (2014) enumera algumas das características que podem estar contidas em um desenho técnico.

1. Uma apresentação gráfica que defina o conjunto ou peça que está representando na folha de desenho técnico padronizada.
2. Dimensionamento de peças por meio de suas cotas.
3. Inserir 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.
6. Desenho projetivo: são os desenhos resultantes de projeções do objeto em um ou mais planos de projeção e corresponde às vistas ortográficas e às perspectivas que operadores e executores do trabalho tenham que seguir.
7. Desenho não projetivo: na sua grande parte correspondem aos resultados de cálculos algébricos e desenhos de gráficos, diagramas.

Para ilustrar o formato visual que um desenho técnico mecânico pode assumir, foi elaborada a Ilustração 1.

Ilustração 1 – Detalhamento de mancal usando software 3D



Fonte – Elaborado pelos autores (2021)

Feita a partir do uso de recursos de software 3D a ilustração 1 exemplifica uma peça chamada Mancal que serve para apoiar elementos de transmissão tais como eixos e rolamentos para equipamentos agrícolas. Com o desenho técnico é possível realizar a leitura e a interpretação do mesmo, onde é possível identificar todas as informações técnicas, dimensões, tolerâncias, posicionamento das furações e através da vista isométrica, facilitar e auxiliar na interpretação do desenho técnico.

2.3. Relação entre desenho técnico mecânico e processo de produção

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

Sob a ótica de Taioli (1980) o desenho técnico mecânico se distingue dos desenhos artísticos pelo fato de que aqueles que são considerados artísticos têm características de construção que não exigem tolerâncias dimensionais ou normas técnicas de detalhamento. Já o desenho técnico precisa ser acompanhado de informações exatas e completas do projeto a ser executado, apropriando-se assim de uma certa base matemática, necessária ao projeto que representa de maneira fiel o que se espera para o resultado do produto.

Ribeiro (2014) salienta que nos trabalhos que envolvem os conhecimentos tecnológicos de engenharia, a viabilização de boas ideias depende de cálculos exaustivos, estudos econômicos e análise de riscos que, na maioria dos casos, tem seus resultados expressos de forma resumida em desenhos técnicos mecânicos.

Shigley; Mischike; Budynas (2005) concordam com essa perspectiva ao registrarem que projetar consiste em formular um plano que satisfaz a necessidade específica para a solução de um problema que envolve diferentes aspectos. No caso do desenho técnico, se tal plano resultar na criação de um produto, deverá ser funcional, seguro, confiável, competitivo, utilizável, manufaturável e adequado ao mercado.

Pode-se observar que por trás de todo projeto, peça e produto, tem um desenho que teve seus cálculos, estudos, ideias bem como um conjunto de profissionais que desenvolveram o desenho e o interpretam para que na execução do projeto utilizando a tecnologia existente no processo, o produto final tenha uma qualidade equivalente aquela determinada pelo projeto.

Para a produção de uma peça e projeto Taioli (1980) descreve que se devem seguir os detalhes e informações descritas no desenho técnico. O desenhista deve verificar todos os dados contidos e emitidos no desenho para que a execução da peça e o projeto tenham todos os dados. Ou seja:

Deve, pois estudante de desenho e até mesmo o desenhista, procurar se inteirar dos diversos processos que se destinam a executar a peça, seja aumentando seus conhecimentos em conversas com os operários, seja pelo estudo e análise das solicitações ao desenho pelos mesmos.
(TAIOLI, 1980, p.38)

Para que a peça projetada seja executada conforme o desenho, deve existir troca de conhecimento e diálogo entre os colaboradores, para efetuar a análises dos processos em que deve passar o projeto, para isso deve ser obedecido normas técnicas para que a construção tanto no desenvolvimento do desenho, quanto para quem vai fabricar o produto.

3. METODOLOGIA

Para elaboração deste estudo foi utilizada, em sua primeira etapa, uma pesquisa bibliográfica, realizada por meio de buscas sobre autores e obras que pudessem esclarecer os conceitos do desenho técnico mecânico, seus elementos, sua forma de construção e seu relacionamento com os processos produtivos.

Em um segundo momento aplicou-se a metodologia descritiva que, de acordo com Gil (1991) apud Silva e Menezes (2001), é aquela que tem como proposta mostrar as características de uma determinada situação, população ou fenômeno.

No contexto deste estudo tal descrição baseou-se em apresentar a situação atual de uma empresa que passou a utilizar o desenho técnico mecânico em seu projeto do item de produção chamado “mancal”.

A empresa objeto do estudo não permitiu, por questões de restrição de informações internas a divulgação de seu nome real e por isso foi abordada neste estudo com o nome de “Empresa X”.

A coleta de dados foi feita durante quatro meses e os dados coletados dizem respeito ao comportamento dos processos de produção do mancal após o início do uso do projeto de desenho técnico mecânico nesse processo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A organização aqui tratada como “Empresa X” pertence ao setor da metalurgia. Está localizada em uma cidade do interior de São Paulo e antes desse estudo não adotava o uso do desenho técnico no processo de fabricação de seu produto “mancal”.

Embora este produto tenha sido escolhido para apresentação neste trabalho, pode-se registrar que em quatro meses de implantação dos softwares para desenho técnico junto à Empresa X, foi notória e crescente a utilização dos mesmos para fins de desenvolvimento de projetos, principalmente por conta do uso dos recursos das plataforma de software 3D.

Pode-se registrar também que os desenhos técnicos mecânicos elaborados e empregados corretamente na produção demonstraram um visual aumento de qualidade com destaque para diminuição de retrabalho nas etapas de fabricação.

Como resultado direto desse benefício foi numericamente encontrada a redução de custos por meio do melhor aproveitamento do material, reduzindo perdas e impactando também na redução do tempo de operadores (homem/hora). Estes fatores impulsionam ainda mais rapidez para a confecção do produto e possibilidade de garantias de menor tempo de sua liberação da ordem de produção para o cliente final.

Assim a cada novo processo de implantação de melhoria o padrão de desperdício atingido diminui e até então visto com naturalidade passa a ser encarado com otimismo.

O processo de fabricação da empresa para o item destacado para este estudo acontece em um fluxo de produção com característica de fluxo contínuo, ou seja, os equipamentos são específicos para esse produto e operam em sequência integrada determinada por tempos padronizados entre os processos.

Vale registrar também que esse tipo de sistema de produção possui características adequadas ao produto, tais como padronização dos itens, programação estável e alto volume, resultando em uma rotina padronizada.

Em uma situação desse tipo, a melhor definição de informações e padronizações incorporadas pelo desenho técnico trouxeram ganhos em questão de tempo de preparação e verificação de peças, o que facilitou o fluxo de trabalho contínuo, dependente da existência da padronização e resultou também na possibilidade de redução da quantidade de funcionários e matéria prima envolvidos no processo.

Tais reduções, é importante destacar, resultam por sua vez em diminuição de estoques e de desperdício tanto de material, quanto de tempo.

O Gráfico 1 representa o processo de produção da peça “mancal” escolhida para representar, no contexto desse estudo, os resultados do emprego do processo de construção do desenho mecânico. No Gráfico 1, é possível verificar as etapas de: usinar, furar, rosquear, furar graxeiras, rebaixar furos, rosquear graxeiras e lavar peça.

O processo operacional acontece em lotes disponibilizado em engradados (containers) de 160 peças, que são transportados por empilhadeira até o início do processo de fabricação e a partir daí, verificam-se as seguintes operações:

Usinagem: consiste na execução do Torneamento CNC e engloba a fixação da peça na placa do torno e o processo de usinagem. Quando dado o início de um novo ciclo de usinagem,

o operador realiza o processo de controle dimensional da peça que saiu do ciclo anterior, verificando as dimensões.

Furar e escarear, no centro usinagem CNC o colaborador posiciona 8 peças no dispositivo para a furação e escarear a face frontal na superfície já usinada do mancal.

Rosquear: a peça passa pelo processo de abertura de rosca nos 4 furos da face frontal para instalação de tampa.

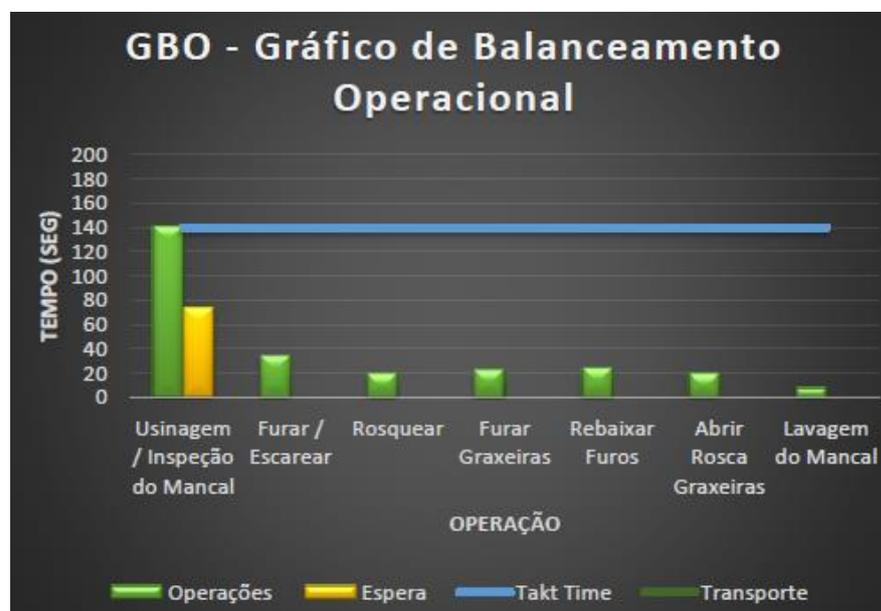
Furar graxeira: a furação lateral de graxeiras, também realizado no centro de usinagem com 2 dispositivos que fazem o processo de furação da graxeira.

Rebaixar furo: furação lateral para aplicação do alojamento do reservatório de óleo,

Abrir rosca graxeira: a peça passará pelo processo de rosquear os 2 furos realizados anteriormente.

Lavagem do mancal o operador remove o excesso de resíduo da usinagem, e as posiciona no cesto da lavadora automática de peças. O colaborador do final da linha retira as peças da lavadora e posiciona em engradados (containers) para posterior expedição, novamente em lotes de 160 peças.

GRÁFICO 1 – Balanceamento operacional mancal



FONTE – Elaborado pelos autores (2021)

Pode-se observar que a maioria das operações aconteceram em tempos de ciclo que estão abaixo do *Takt Time*, que é a quantidade de tempo necessária para que a velocidade de produção aconteça em um ritmo que permita obter o volume de fabricação determinado para

o produto. Dessa maneira, identificou-se uma otimização no fluxo de produção com um impacto positivo no atendimento da demanda.

A implantação do desenho técnico pela empresa garantiu resultados ótimos contribuído para obtenção de lucro no processo de produção das peças e gerando um aumento significativo no processo de fabricação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as perspectivas obtidas por meio da revisão bibliográfica foi possível perceber que o conceito de desenho técnico tem um de seus aspectos de evolução aliado aos softwares 2D e 3D. Porém a simples existência do software não é requisito automático para obtenção de resultados, sendo necessário incorporar normas, tecnologia de fabricação e conhecimento de diferentes profissionais para que os resultados sejam ainda mais benéficos.

Por outro lado, uma vez obtido um bom projeto também expresso por um bom desenho técnico, submetido às boas práticas de elaboração e apoiado por tecnologias que permitem visão em 3D e simulações as vantagens podem surgir no ambiente empresarial sob a forma de: melhoria em ganhos expressivos e rápidos em custos, produtividade e qualidade; Eliminação dos gargalos identificados e otimização dos processos; melhoria da eficiência dos processos; redução dos custos com estoques; redução de desperdícios.

Com o levantamento descritivo realizado na Empresa X foi possível verificar os reflexos da implantação do desenho técnico e de um bom projeto de produto resultando em ganhos consideráveis no tempo de preparação e fabricação, bem como facilitação do controle de qualidade.

Entende-se que os benefícios atingidos não significam perfeição para o produto ou processo pois o ambiente industrial está inserido na perspectiva da melhoria contínua e a busca por outros avanços deve continuar. Porém é relevante destacar a presença do processo de realização do desenho técnico nas melhorias já obtidas assim como a integração entre a construção do desenho e o processo de produção. Os próximos passos da organização nas buscas por possíveis melhorias e a participação do desenho técnico mecânico nessa tarefa podem servir de base para outros trabalhos de estudo.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA R. C.; FALEIRO H. T.; SOUZA R. F. Desenho Técnico – Goiás - março 2008. Disponível em <https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila_desenho.pdf> 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.
- 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.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E.M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação, 3a. rev. atual.– Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121p
- TAIOLI, P. J. Nova mecânica industrial, Desenho Técnico Mecânico. Santos: Editora Brasília Ltda, 1980, 237p.
- MINAYO, M. C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. 4 ed. Petrópolis: Vozes, 1995.
- GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2007.