INTERFACE TECNOLÓGICA

SUGESTÃO DE MELHORIA NO PROCESSO DE FORJAMENTO DE UMA EMPRESA COM A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE QUALIDADE DIAGRAMA DE ISHIKAWA

IMPROVEMENT SUGGESTION IN A COMPANY'S FORGING PROCESS USING THE QUALITY TOOL ISHIKAWA DIAGRAM

Edimar de Souza Santos - edi.mar.18@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo - Brasil

Roberto Hirochi Okada - okada_roberto_hirochi@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo - Brasil

DOI: 10.31510/infa.v18i1.1118
Data de submissão: 15/04/2021
Data do aceite: 09/07/2021
Data da publicação: 30/07/2021

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo sobre a utilização da ferramenta de qualidade Diagrama de Ishikawa. O objetivo deste estudo foi mostrar como as ferramentas de qualidade são importantes para a busca da melhoria continua de seus produtos por meio de aprimoramento nos processos. A ferramenta Diagrama de Ishikawa permite organizar informações para identificar as possíveis causas e efeitos do problema, mostrando as causas que possam contribuir para que o problema ocorra. Para a aplicação da ferramenta foi feito um estudo em artigos acadêmicos sobre o processo de forjamento e como pode ser feito a aplicação do diagrama de Ishikawa para encontrar a causa de não conformidade em uma peça, corpos moedores esféricos com diâmetro nominal de 90mm foi construído pela empresa X (nome da empresa não divulgado). Com a conclusão dos resultados da aplicação da ferramenta, pode se fazer sugestões para melhoria no processo produtivo e assim podendo alcançar melhor satisfação para empresa e clientes.

Palavras-chave: Ferramentas da Qualidade. Diagrama de Ishikawa. Forjamento.

ABSTRACT

This article presents a study on the use of the Ishikawa Diagram quality tool. The purpose of this study was to show how important quality tools are for the pursuit of continuous improvement of their products through process improvement. The Ishikawa Diagram tool allows organizing information to identify the possible causes and effects of the problem, showing the causes that may contribute to the problem occurring. For the application of the tool, a study was made in academic articles about the forging process and how it is possible to apply the Ishikawa diagram to find the cause of non-conformity in a part, spherical grinding bodies with nominal diameter of 90mm was built by company X (company name not

INTERFACE TECNOLÓGICA

disclosed). With the completion of the results of the application of the tool, suggestions can be made to improve the production process and thus achieve better satisfaction for the company and customers.

Keywords: Quality tools. Ishikawa Diagram. Forging.

1 INTRODUÇÃO

A busca pela melhoria contínua é um fato em todas as empresas que prezam pela qualidade de seus produtos ou serviços, além disso, a economia de custos é uma busca constante em qualquer organização.

Durante os processos de produção, nos deparamos com alguns problemas como matéria-prima ou até mesmo aos equipamentos. Estes imprevistos, acabam atrapalhando a programação de produção, ou até mesmo interferindo na qualidade do produto final.

Para se manter competitivo no mercado atual é essencial que se prese pela melhoria continua e pela constante preocupação com a satisfação dos clientes.

As ferramentas da qualidade são usadas para auxiliar as empresas a definir padrões, mensurar, analisar e propor soluções para problemas que possam ser encontrados e que interfiram no bom desempenho dos processos produtivos.

Segundo Toledo et al (2014, p. 204), o diagrama de Ishikawa ou diagrama de causa e efeito “consiste numa representação gráfica que organiza de forma lógica, e em ordem de importância, as causas potenciais que contribuem para um efeito ou problema determinado”.

Para Carpinetti (2012, p. 83), o diagrama de causa e efeito foi desenvolvido para relacionar problemas a um efeito indesejado de um processo, e todas as causas possíveis, sendo um meio orientador para a causa principal do problema e para medidas que devem ser adotadas futuramente.

O presente artigo tem como interesse o aprofundamento do conhecimento da ferramenta de qualidade Diagrama de Ishikawa e a sugestão de aplicação em uma empresa que trabalha com Forjamento e ajudar a encontrar a raiz de possíveis problemas desse setor, e cada vez mais alcançar as metas de melhorias na produção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade são essenciais para melhorar o desempenho de uma empresa, bem como os processos nela envolvidos.

De acordo Miguel (2006), as ferramentas da qualidade são bastante utilizadas como suporte à tomada de decisões para desenvolvimento da qualidade ou a apoio para resolução de diversos problemas.

De acordo com Deming (1990) todo atributo que pode melhorar o produto do ponto de vista do cliente, pode considerar como qualidade.Desta maneira Deming pressupõe que a qualidade está relacionada ao efeito, de como esses atributos serão avaliados e atenderão a necessidade do cliente.

Mata-Lima (2007) afirma que as ferramentas da qualidade são altamente eficientes na identificação de problemas, causas raízes, planos de ações e possíveis soluções.

Lopes (2010) afirma que o sistema de gestão da qualidade encaminha a organização a desenvolver e analisar processos que tornem possível atender as necessidades dos clientes ao desenvolver ferramentas para a melhoria continua de seus processos.

Muitas ferramentas constituem-se em instrumentos gráficos que buscam deixar evidente a questão que se pretende analisar e solucionar; outras representam técnicas com foco no problema. (Vergueiro, 2002)

.

2.2 Diagrama de Ishikawa

Esta ferramenta é um método bastante efetivo na busca das raízes dos problemas (SLACK, 2009).

O diagrama de Ishikawa, de acordo com Werkema (1995), é uma ferramenta utilizada para expor a relação entre o resultado de um processo, e as causas que tecnicamente possam afetar os resultado.

Segundo Giocondo (2011) normalmente este diagrama é utilizado para visualizar o conjunto das causas principais e secundarias de um problema, ampliar as possíveis causas do

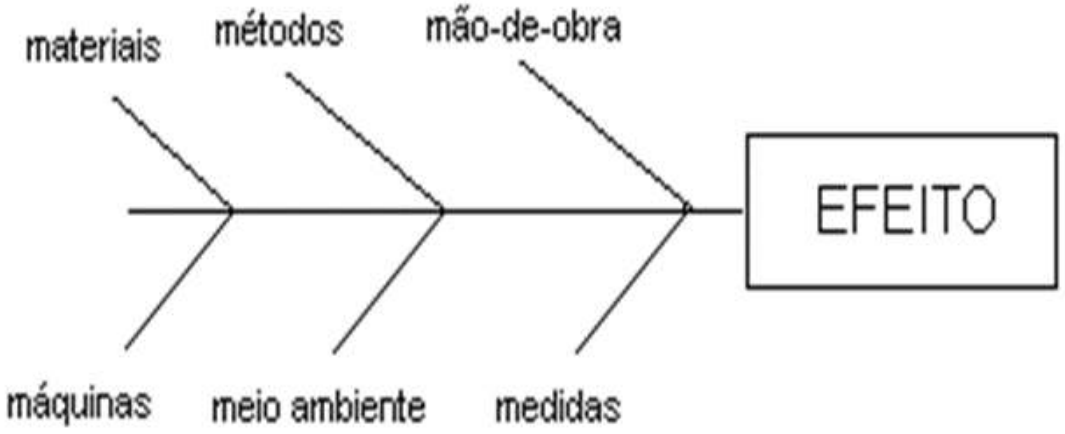
problema, enriquecer sua análise e a identificação de soluções, assim como a analisar o processo em busca de melhorias.

De acordo com Moura (2003), está é uma ferramenta muito útil para análise dos processos, de forma a identificar as possíveis causas de um problema. O número de causas encontradas pode ser bastante extenso.

Estas causas podem ser divididas em categorias ou famílias. Essa ferramenta, criada por Kaoru Ishikawa em 1943, também é conhecida como Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Espinha de Peixe ou Diagrama dos 6Ms.

De acordo com Campos (1999), são elas: máquinas, meio ambiente, medidas, materiais, métodos e mão-de-obra, conforme ilustrado no diagrama da Figura 1.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa e ilustração dos 6M



Fonte: Campos, 1999

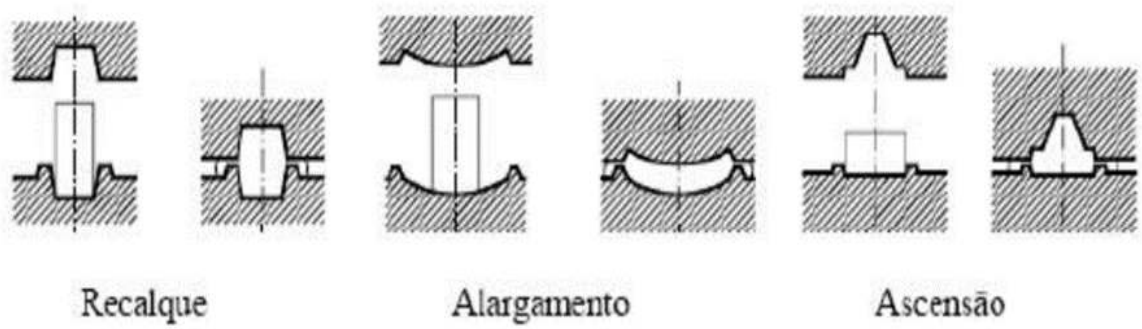
2.3 Forjamento

O forjamento de um metal consiste em deformá-lo por martelamento ou prensagem. É, possivelmente, a mais antiga operação de conformação mecânica praticada pelos ferreiros com martelos e bigornas (CETLIN E HELMAN, 2005).

Forjamento a quente é um processos de conformação dos metais mais utilizados na produção de várias indústrias. Atualmente muito utilizado na fabricação de componentes para a indústria automotiva e mecânica (KIM et al, 2005).

O processo de forjamento envolve aplicação de um estado de compressão direta, com deformação ocorrendo basicamente por recalque, alargamento e ascensão, conforme Figura 2 a seguir (BRAGA, 2005):

Figura 2: Formas de escoamento no forjamento



Fonte: Braga 2005

A matéria-prima para o processo de forjamento pode ser fundida ou laminada (condição preferível por apresentar microestrutura mais homogênea). As peças forjadas em matriz com peso não superior a 2 ou 3kg são normalmente produzidas a partir de barras laminadas, as de maior peso são forjadas a partir de lingotes, tarugos ou palanquilhas, quase sempre também laminados e cortados previamente em tamanho adequado. (BRAGA, 2005).

3 Metodologia

Para o desenvolvimento deste artigo foi realizado uma pesquisa em artigos acadêmicos sobre ferramentas da qualidade, para identificar quais das ferramentas da qualidade aplicadas, que permitiram diagnosticar os problemas e propor melhorias no processo produtivo de uma indústria metalúrgica que fabrica produtos de aço, colocando assim como sugestão a ser aplicada em uma indústria de forjamento. Sendo assim também foi desenvolvido pesquisa de artigos sobre Forjamento onde pode ser aplicado a ferramenta da qualidade Diagrama de Ishikawa.

O trabalho de pesquisa de forjamento foi o mesmo de MAGALHÃES et al (2009). O conjunto peça/ferramental para forjamento a quente de corpos moedores esféricos com diâmetro nominal de 90mm foi construído pela empresa X (nome da empresa não divulgado, pois a empresa não quer aparecer e reservar os seus direitos).

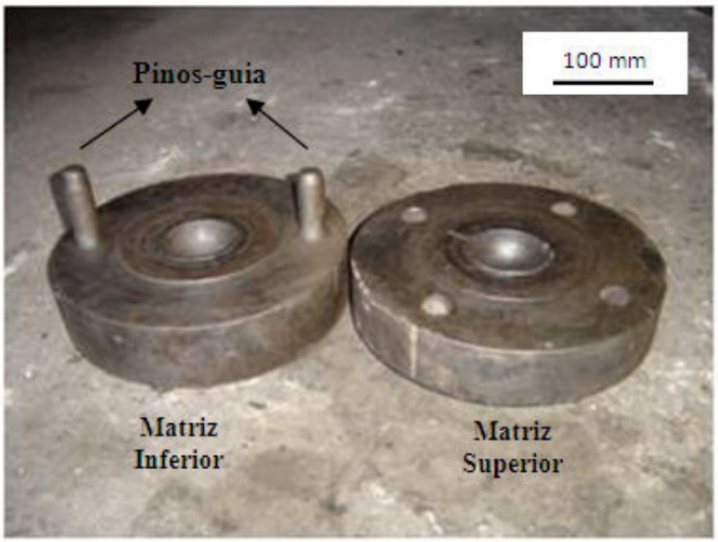
3.1 Descrição do Ferramental

Figura 3: Corpo moedor esferico de diametro 90mm (com rebarba).



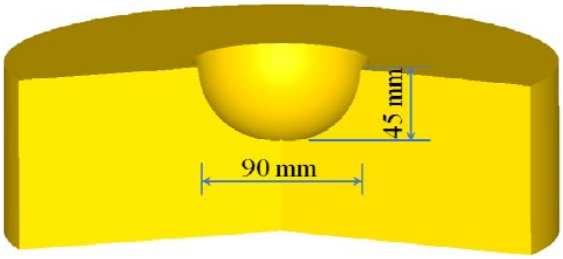
Fonte: MAGALHAES et al 2009

Figura 4: Matrizes superior e inferior empregadas no forjamento de corpos moedores



Fonte: MAGALHAES et al 2009

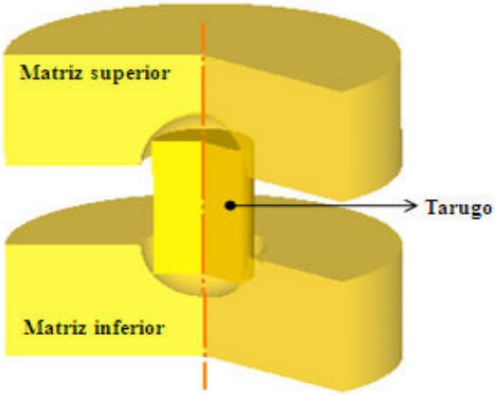
Figura 5: Dimensoes da cavidade das matrizes superior e inferior



Fonte: MAGALHÃES et al, 2009

Para o forjamento foi usado uma prensa mecanica de 450t regulada deixando que no final de seu curso a distancia das matrizes superior e inferior fosse de 3mm, definindo a espessura da rebarba. O tempo total de forjamento é de 20s, entre um ciclo e outro de forjamento as matrizes recebem um jato de emulsão grafitada (MAGALHÃES et al, 2009).

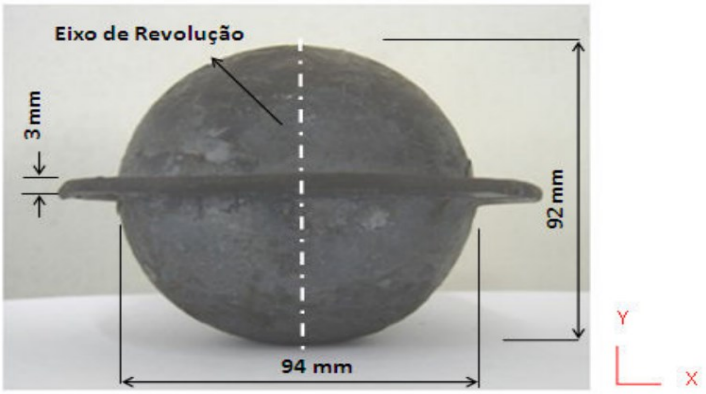
Figura 6: Posicionamento do tarugo sobre a matriz inferior



Fonte: MAGALHÃES et al, 2009

Após alguns ciclos de forjamento, foi notado não conformidades na peça em produçao podendo assim causar retrabalhos e até perca de material.

Figura 7: Dimensoes finais do corpo moedor após 950 ciclos de forjamento nas direçoes X e Y.



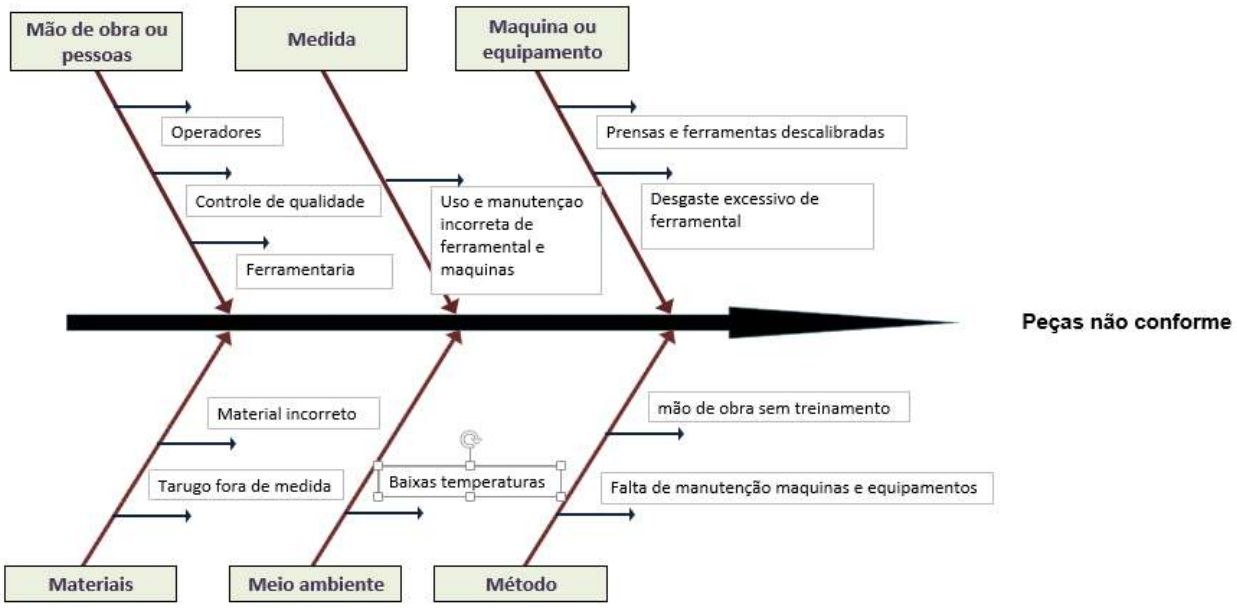
Fonte: MAGALHÃES et al, 2009

Em ambas as direçoes, nota-se que os valores reais mostrados na figura estao acima daqueles previstos. Desta forma, encontra-se a necessidade de uma açao para identificar qual possivel causa para essa não conformidade no processo de produçao.

3.2 Aplicação da Ferramenta Diagrama de Ishikawa

Como já citado no presente trabalho, sabemos que a ferramenta Diagrama de Ishikawa ou como muito conhecida Diagrama de causa e efeito, é um método bastante efetivo na busca das raízes do problema. Sendo assim será feito a aplicação desta ferramenta para entender a causa do problema e assim podendo sugerir melhorias.

Figura 8: Aplicação da ferramenta de qualidade Diagrama de Ishikawa



Fonte: o autor 2021

Para determinar as causas principais para o efeito indesejado é comum utilizar alguns fatores principais, como os 6M: materiais, mão de obra, métodos de trabalho, maquinário, meio ambiente e medição. Esses Fatores são mutáveis e adaptáveis, não sendo uma regra rígida a utilização dessa abordagem (TOLEDO et al, 2014).

Com a aplicação do Diagrama de Ishikawa se obtém os principais fatores que possam ser causadores do determinado problema. A ferramenta foi usada para organizar, classificar, documentar e exibir graficamente as causas do problema de peças não conformes, assim facilitando por meio de brainstorming de ideias e analise da ocorrência identificar de maneira concreta as fontes do problema.

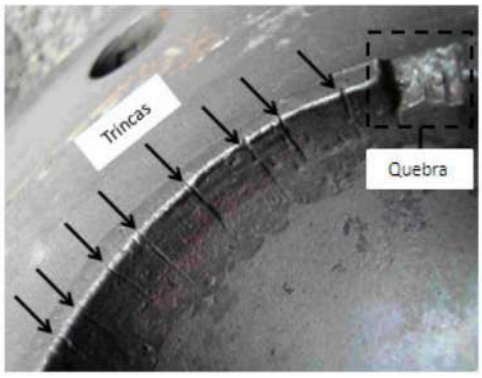
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência do processo de forjamento está relacionada com a vida útil das matrizes, que tem sua limitação pelo desgaste, fratura por fadiga e deformação. O processo de conformação a quente, o desgaste da matriz é o mecanismo de falha dominante, sendo responsável por aproximadamente 70% das falhas (KANG et al, 1999).

Estudos eferentes a vida útil de ferramentas empregadas no forjamento a quente mostram que a dureza superficial da matriz tem papel importante no seu desgaste. A perda em dureza é induzida por elevadas temperaturas da ferramenta que leva ao revenimento da superfície da matriz diminuindo a resistência mecânica (MESQUITA et al, 2009).

Após o teste de 950 ciclos é possível observar a presença de trincas que se originam na região de formação de rebarba e se propagam para o interior da matriz.

Figura 9 – Detalhe da matriz inferior após 950 ciclos evidenciando a ocorrencia de quebra e trincas .



Fonte: MAGALHÃES et al, 2009

O desgaste da matriz está efetivamente relacionado a perda em da dureza durante o processo de forjamento, ocasionando cada vez mais um dano maior quando a dureza for menor.

De acordo com Junior et al. (2010), o Dia grama de Ishikawa, é uma ferramenta da qualidade que ajuda a levantar as possíveis causas de um determinado efeito, analisando todos os fatores que envolvem a execução do processo.

Com a aplicação da ferramenta da qualidade foi possível diagnosticar e organizar os principais fatores do problema facilitando assim a análise das ocorrências e identificar as fontes do problema.

5 CONCLUSÃO

Através dos testes de previsão do desgaste da matriz após 950 ciclos de forjamento, entende-se que esta não conformidade na medida das peças seriam resultado da deformação plástica da matriz associada a queda de dureza com o aumento de temperatura após vários ciclos. Podendo assim ser sugerido a fabricação de ferramentas reservas para ser feito a troca antes da ferramenta em uso chegar ao seu ponto de deformação e resultar em retrabalhos e perca de materiais. Também como sugestão melhorar o resfriamento do ferramental entre o processo de uma peça e outra, assim diminuindo as chances de diminuição de dureza do material por aumento excessivo de temperatura no local da ferramenta.

Como conclusão do trabalho pode-se observar a importância do uso das ferramentas de qualidade, pois auxiliam na identificação dos problemas, nas suas possíveis causas podendo assim elaborar um plano de melhoria para se alcançar melhores resultados.

Lembrando que para se obter resultado eficaz é necessário o envolvimento e comprometimento dos envolvidos no processo para a garantia da total qualidade e a satisfação dos clientes.

REFERÊNCIAS

BATALHA, M. Dissertação de Mestrado. **Estudo da Estampabilidade a Quente de Aço ao Boro em Conformação com Redução de Espessura Controlada.** Campinas, 12 de Maio de 2015. Disponivel em:

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/265796/1/Batalha_MarioHenriqueFernandes_M.pdf. Acesso em: 29 jun. 2020.

BRAGA, L.F. **Simulação Computacional por Elementos Finitos do Processo de Forjamento em Matriz Fechada de Rodas SAE 4140 de Utilização em Ponte Rolante.** Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2005.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade:** Conceitos e Técnicas. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia-a-dia.** Minas Gerais; INDG Tecnologia e Serviços Ltda. 1999.

CETLIN, P.R.; HELMAN, H. **Fundamentos da Conformação Mecânica dos Metais.** 2ª edição, 263p. São Paulo, Artliber Editora, 2005.

DEMING, W. Edwards; **Qualidade:** A Revolução da Administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1998.

FLAUSINO, P. Dissertação de Mestrado. **Desgaste de uma Matriz de Forjamento a Quente Considerando o Amaciamento devido ao Revenimento.** Minas gerais, outubro 2010. Disponivel em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUDB-8DHKZR/1/paula_cibely_alves_flausino.pdf. Acesso em: 06 jul. 2020.

GIOCONDO, F. **Ferramentas básicas da Qualidade.** Instrumento para Gerenciamento de Processo e melhoria contínua. Disponível em: http://books.google.com.br/books?id=CniEMu69GTgC&printsec=frontcover&dq=Diagrama+de+Pareto&hl=pt-PT&sa=X&ei=8eacUfToNoeS9QSe3oG4Aw&ved=0CDkQ6AEwAjgK%23v=onepage&q=Diagrama%20de%20Pareto&f=false. Acesso em: 12 set. 2020.

HOLANDA, M; FERNANDES PINTO, A. Estudo de caso. **Utilização do Diagrama de Ishikawa e Braimstorming para Solução do Problema de Assertividade de Estoque em uma Industria da Região Metropolitana de Recife.** Salvador, BA, Brasil, outubro 2009. Disponivel em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_sto_103_685_13053.pdf. Acesso em: 05 jul. 2020.

KIM, D.H.; LEE, H.C; KIM, B.M; KIM, K.H. **Estimation of die servisse life against plastic deformation and wear during hot forging process.** Journal of Maerials Processing Technology, vol. 166, p.372-380, 2005.

KIM, D.H.; KIM, B.M; KANG, C.G. **Die life considering the deviation of preheating billet temperature in hot forging proces.**Finite Elements in Analisys and Design, vol. 41, p. 1255-1269, 2005.

KIM, D.H.; KIM, B.M; KANG, C.G. **Estimation of die life for a die cooling method in a hot forging process.** Internacional Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 27, p. 33-39, 2005.

LOPES, R. **Sistema de Gestão da Qualidade.** Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal Fluminense. Disponivel em: http://www.ebah.com.br/content/ABAAABCJcAF/ricardo-lopes-revisao-final. Acesso em: 12 set. 2020.

MACHADO, J; RICOMINI, T; RENZETTI, R. **Influência de Processos de Conformação Mecânicas nas propriedades dos materiais para a Gestão da Manutenção.** João Pessoa/PB, Brasil, outubro 2016. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_321_29726.pdf. Acesso em: 08 jun. 2020.

MAGALHÃES, F.C; PERTENCE, A.E.M; CAMPOS, H.B; AGUILAR, M.T.P; CETLIN, P.R. **Simulação numérica do desgaste de uma Matriz de Forjamento a Quente.** XXIX Senafor, Porto Alegre, 2009.

MATA-LIMA, H. **Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas.** Apontamento da Disciplina de Sustentabilidade e Impactos Ambientais. Universidade da Madeira (Portugal), 2007.

MENESES, V; FRASÃO, S; ARAUJO FILHO, FRANCISCO; SOUZA, K; LIMA, Y. Estudo de Caso. **A Aplicação de Ferramentas da Qualidade em uma Industria Metalúrgica de Produtos de Aço.** Joinville, SC, Brasil, outubro 2017. Disponivel em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_385_34186.pdf. Acesso em: 28 mai. 2020.

MESQUITA, R.A.; HADDAD, P.T. **Propriedades Fundamentais dos Aços Ferramenta para Matrizes de Forjamento.** XXIX Senafor, Porto alegre, 2009.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade:** Enfoque e Ferramentas. 1ed. São Paulo: Artliber, 2006.

MOURA, L.R. **Qualidade Simplesmente Total.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

PROCESSO de Forjamento. Disponível em: https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840793/LOM3004/Aula4CM.pdf. Acesso em: 08 jun. 2020.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção:** Revisão técnica Henrique Correia, Irineu Giaresi. São Paulo: Atlas, 2009.

TOLEDO, J.C. et al. **Qualidade:** Gestão e Métodos. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

VERGUEIRO, W. **Qualidade em serviços de informação.** São Paulo: Arte & Ciência, 2002. 124p.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas Estatísticas básicas para o Gerenciamento de Processos.** Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni. 1995.