

Automação no processo de fabricação de tubos galvanizados na “Empresa manufaturados de aço”

Marcio Alves (CETEP-Ensino) marciofutebol10@gmail.com

Gleison Hidalgo Martins¹ (Universidade Federal do Paraná) gleisonhidalgo@gmail.com

¹ Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Manufatura 4.0. Depto de Engenharia Mecânica/Setor de Tecnologia - Universidade Federal do Paraná – (UFPR), Curitiba, Paraná.

Resumo: A automação foca a melhoria da produtividade almejando a eficiência com a qual insumos são transformados em produtos em um processo produtivo agregando aos processos melhorias na qualidade, aumento da produtividade, redução de custos e maior segurança para os colaboradores. O tema de automação industrial foco do estudo na “Empresa manufaturados de aço” vem apresentando alto índice de não-conformidades no processo de fabricação de tubo 5/8 de polegadas, onde a maior parte destas reclamações está relacionada ao excesso de óleo no interior do tubo. Diante dos fatos a presente pesquisa foca em propor alternativas de melhorias para sanar o alto índice de falhas no processo de fabricação dos tubos galvanizados 5/8 utilizados na fabricação de fogão a gás. Com base nas análises de causas e efeitos verificou-se a importância do desenvolvimento e aplicação de melhorias no processo de fabricação de tubos, as quais trouxeram como resultados a redução de não conformidade geradas pelos clientes e outras oportunidades de melhorias evidenciadas na implementação do projeto piloto. O método de estudo de caso, o qual foi selecionado para ser utilizado na pesquisa considera-se adequado para coleta de elementos que permitam a visão crítica do protótipo concebido e foca identificarem os elementos em uso na empresa.

Palavras-chave: Tubos galvanizados, secadora de óleo, manufatura de tubos de aço.

Automation in 5/8 inch Galvanized Pipe Manufacturing Process at “Steel Fabrication Company”

Abstract: Automation focuses on improving productivity by aiming at the efficiency with which inputs are transformed into products in a production process, adding to the processes quality improvements, increased productivity, cost reduction and greater employee safety. The focus of industrial automation on the “Steel Fabrication Company” study has been showing a high rate of non-compliance in the 5/8 inch pipe manufacturing process, where most of these complaints are related to excess oil inside the pipe. Given the facts the present research focuses on proposing improvement alternatives to remedy the high failure rate in the manufacturing process of 5/8 galvanized pipes used in gas stove manufacturing. Based on the analysis of causes and effects, it was verified the importance of the development and application of improvements in the pipe manufacturing process, which resulted in the reduction of non-compliance generated by customers and other improvement opportunities evidenced in the implementation of the pilot project. The case study method, which was selected to be used in the research, is considered adequate for the collection of elements that allow a critical view of the prototype designed and focuses on identifying the elements in use in the company.

Key-words: Galvanized Pipe, Oil Dryer, Steel Pipe Manufacturing.

1. Introdução

Automação industrial foca a melhoria da produtividade segundo (LONGENECKER et al.,1997, p.484), “A produtividade é a eficiência com a qual insumos são transformados em produtos”. Os processos podem ser cuidadosamente regulados e controlados por meio da automação industrial, de modo, que a qualidade do produto final seja mais consistente. Para Silveira (2016) os benefícios da utilização da automação industrial são as melhorias na qualidade, aumento da produtividade, redução de custos e maior segurança para os colaboradores. A utilização de uma máquina automatizada permite o alcance de ciclos de produção mais rápidos com maior eficiência e repetitividade, sendo que um colaborador não fará um trabalho repetitivo com precisão, mas um sistema de automação industrial pode fazer este trabalho com um excelente resultado e fazendo com que o desgaste do colaborador seja reduzido.

O tema de automação industrial foco do estudo na “Empresa manufaturados de aço” surge a partir da análise de evidências catalogadas de não-conformidades dos produtos enviados pelos clientes que utilizam os produtos, como sendo um componente para a fabricação de fogões a gás. As ações geradas e executadas para tratativas das não-conformidades no processo de fabricação, não vem apresentado resultado satisfatório. As evidências das não-conformidades geradas pelos clientes apresentam acúmulo de óleo no interior do tubo e interrompe a passagem de gás pela tubulação. A realidade revela uma problemática, a qual apresenta-se como fator determinante, a baixa eficiência nos resultados das tratativas aplicadas para resoluções de problemas no processo de fabricação dos tubos galvanizados. Diante dos fatos revelados o problema de pesquisa está construído da seguinte forma: Quais alternativas podem ser utilizadas para minimizar as falhas no processo da fabricação dos tubos galvanizados 5/8 utilizados na fabricação de fogão a gás?

Para tanto o estudo da pesquisa foca em propor alternativas de melhorias para sanar o alto índice de falhas no processo de fabricação dos tubos galvanizados 5/8 utilizados na fabricação de fogão a gás.

O método de pesquisa a ser seguido será o estudo de caso, o qual é utilizado habitualmente na intervenção com o objetivo compreensão e planejamento, onde tem-se a possibilidade da integração de diferentes técnicas e campos de conhecimento. Desta forma será realizada a coleta de dados e após as análises detalhadas para elaborar o planejamento do piloto para atender todos os pontos que afetam diretamente na qualidade final do produto.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Automação Industrial (Jidoka)

Para Ohno (1997) o termo *jidoka* define-se por automação com um toque humano tendo como propósito prevenir defeitos na produção, tanto para máquinas, como em operações manuais e fornece às máquinas e operadores a capacidade de detectar quando uma condição anormal ocorre de forma a interromper imediatamente o trabalho. Esta operação ocorre através do *andon* desenvolvido para emitir um sinal luminoso para indicar a anomalia, a qual consiste em um painel luminoso colorido que indica as condições da linha e aponta o local de solicitação de assistência. Para Grout e Toussaint (2010) os 5 passos básicos do *jidoka* podem ser resumidos da seguinte forma: 1. Detectar o problema; 2. Parar

o processo; 3. Restaurar o processo para funcionamento adequado; 4. Investigar a causa raiz do problema; 5. Tomar as medidas para solucionar o problema.

2.2 Tubulação industrial

2.5.1 Principais materiais para tubos

Empregam-se hoje em dia uma variedade muito grande de materiais para a fabricação de tubos. A *American Society for Testing and Materials* (ASTM) especificam mais de 500 tipos diferentes de materiais. Os principais materiais usados na fabricação de tubos são: aços-carbono, aços-liga, aços inoxidáveis, ferro fundido, ferro forjado, tubos metálicos, ferros ligados, ferro modular, cobre, latões; não ferrosos: alumínio, níquel / ligas, chumbo, titânio, zircônio entre outros. A escolha do material adequado para uma aplicação é sempre um problema, pois a aplicação depende de vários fatores a serem analisadas principalmente a pressão e temperatura de trabalho, entre outros também leva em consideração o fluido conduzido, o custo, o maior ou menor grau de segurança necessário, as sobrecargas externas que existirem e também as perdas de cargas e acúmulo de matérias não desejadas (TELLES, 20006, p. 03).

2.5.2 Classificações das tubulações e empregos

Existe uma grande variedade de utilização e emprego de tubulações na indústria. Podem-se classificar as tubulações industriais nas seguintes classes e principais empregos: Chamam-se tubulações de processo as tubulações do fluido ou dos fluidos que constituem a finalidade básica da indústria, nas indústrias cuja atividade principal é o processamento, a armazenagem ou a distribuição de fluidos. Tais são, por exemplo, as tubulações de óleos em refinarias, terminais e instalações de armazenagem ou distribuição de produtos de petróleo, tubulações de vapor em centrais termelétricas tubulações de produtos químicos em indústrias químicas etc (ROBERTO *et. al*, 2003, p. 32). As tubulações de utilidades são as tubulações de fluidos auxiliares, ou seja, são as tubulações necessárias para o processo da empresa. As tubulações de utilidades não servem somente para o funcionamento da indústria propriamente dita (sistemas de refrigeração, aquecimento, vapor para acionamento de máquinas etc.), como também para outras finalidades, como: manutenção, limpeza, combate a incêndio etc. As tubulações de utilidades constituem em: redes de água doce, água salgada, vapor condensado e ar comprimido. “Tubulação Industrial e Estrutura Metálica, Tubulações de instrumentação são as tubulações para a transmissão de sinais de ar comprimido para as válvulas de controle e instrumentos automáticos, e as pequenas tubulações de fluidos diversos para os instrumentos automáticos” descreve (SILVA, 2002, p. 18). As tubulações de instrumentação não são destinadas ao transporte de fluidos. As tubulações de transmissão hidráulica, que também não se destinam ao transporte de fluidos, são as tubulações de líquidos sob pressão para os comandos e servomecanismos hidráulicos.

Deve ser observado que, em qualquer caso, os tubos que fazem parte e integram equipamentos e máquinas (caldeiras, fornos permutadores de calor, motores etc.), não são considerados como pertencentes às redes de tubulação, pois faz parte dos equipamentos ou máquinas. As tubulações de drenagem são as redes encarregadas de coletar e conduzir ao destino conveniente os diversos efluentes fluidos de uma instalação industrial (SILVA, 2002, p. 21). Prefere-se, nesta classificação, não as incluir como tubulações de utilidades, por causa da característica semelhante a quase todas as tubulações de drenagem, de

trabalharem sem pressão e com fluidos muito variados e frequentemente mal definidos. Para qualquer classe de tubulações dentro de uma instalação industrial devemos distinguir sempre dois casos gerais: Tubulações no interior das áreas de trabalho ou de processamento de fluidos (tubulações em unidades de processo); Tubulações de interligação, isto é, as linhas externas as áreas de processo, ligando essas áreas entre si.

Para (Silva, 2002, p. 21) as tubulações de transporte são empregadas para o transporte de líquidos e de gases a longas distâncias fora de instalações industriais. Estão incluídas nesta classe as adutoras de água, as tubulações de transporte de óleos e de gases (oleodutos e gasodutos) e os coletores de drenagem. As tubulações de distribuição são as redes ramificadas fora de instalações industriais; podem ser de distribuição propriamente dita (de água, vapor etc.) quando o fluxo se dá em direção as extremidades dos ramais, e de coleta (de drenagem, esgotos etc.). Nesta linha de raciocínio (Silva, 2002, p. 21) salienta em modo geral, que as tubulações estão presentes em vários momentos do nosso dia a dia, e muitas vezes não se percebe sua importância, tal como a distribuição de água, saneamento básico, distribuição de combustível no automóvel, construção civil, tubulação 5/8" de fornos e fogões a gás, etc.

2.3 Processos de produção de tubos de aço

2.3.1 Fabricação de tubo por costura trefilada

De acordo com Andrade (2007, pag. 68) o estudo das propriedades mecânicas de tubos de aço com costura trefilada é realizado por um processo chamado de conformação. Neste processo existem várias etapas pelo qual a tira de chapa passa. A primeira delas é a introdução da chapa em um acumulador contínuo de nome *Floop*, essa máquina tem por finalidade enrolar e acumular a tira chapa em seu interior, para que não haja necessidade de parar a perfiladora para fazer a emenda das tiras.

Na segunda etapa a tira de chapa é puxada pela formadora sofrendo processo de dobramentos sucessivos. Na conformação o volume e a massa do metal (matéria-prima) se conservam. A conformação altera a geometria do material através de forças aplicadas por ferramentas específicas que podem ser desde pequenas matrizes até grandes cilindros. Existem dois processos: o primeiro é a formação, e o segundo, que se dá depois da solda é a calibração. Quando a perfiladora puxa a fita ela, começa a conformá-la passando por uma série de matrizes que fazem a fita irrem tomando uma forma cilíndrica (FILHO, 2011).

Na próxima etapa do processo, acontece o aquecimento indutivo, o tubo sai da formação, passa por dentro de uma bobina de cobre, a bobina induz no tubo uma alta frequência (300 kHz) fazendo que apareça nas 2 bordas da chapa uma corrente elétrica de altíssima oscilação. Os átomos de ferro do material sofrem uma indução eletromagnética gerada pelo circuito oscilador, causando um aquecimento instantâneo perto de 1500° C. Com as bordas incandescentes as matrizes de solda apertam as bordas, uma contra a outra. Passando logo após por uma raspagem para dar o acabamento na solda. Saindo da raspagem o tubo passa por um tanque de resfriamento com óleo solúvel, para reduzir a temperatura. Até esta etapa o tubo sempre é feito na forma redonda, independentemente de sua bitola (FILHO, 2011).

O tubo já soldado e resfriado entram na parte da calibração. Nesta parte existem mais matrizes tracionando o tubo, porém, agora será moldado no formato necessária, redondo, quadrado ou retangular (FILHO, 2011).

Na próxima etapa o tubo entra na área de corte, que é sempre pré-ajustada pelo operador conforme o pedido do cliente. Porém devido à velocidade da linha ser relativamente alta (em média 95 m/min.) a parte da máquina de corte está limitada a cortar tubos de no mínimo 4 metros e no máximo 12 metros de comprimento (FILHO, 2011).

O sistema de corte se constitui de um “carro” que se desloca em alta velocidade tracionado por um motor de corrente contínua, acompanhando a velocidade da linha, e retornando ao ponto inicial. É um sistema bem complexo que realiza várias reversões garantindo que todas as barras cortadas saiam com o mesmo tamanho (FILHO, 2011).

2.3.2 Fabricação de tubos por laminação

Os processos de laminação são os mais importantes para a fabricação de tubos de aço sem costura; na qual são empregados para a fabricação de tubos de aços-carbono, aços liga e aços inoxidáveis, desde 8 cm até 65 cm de diâmetro. São empregados na construção de dutos para transporte de combustíveis líquidos e gasosos, em usinas nucleares, tubos para sistemas de aquecimento ou arrefecimento entre outras aplicações (CIMM, 2010).

Existem vários processos de fabricação por laminação, o mais importante é o processo “Mannesmann”, “nome dado devido empresa pioneira no ramo”. Na ótica de (CIMM, 2010) consiste nas seguintes operações: um lingote cilíndrico de aço, com o diâmetro externo é aquecido à cerca de 1.200°C e levado ao “laminador oblíquo”, com rolos cônicos e eixos formam um ângulo. O lingote é colocado entre os rolos que o prensam fortemente, fazendo com que o lingote seja compreendido contra uma ponteira cônica fixa (mandril) que fica entre os rolos fazendo um furo no centro do lingote transformando ele em tubo maciço. Logo após esses processos o tubo será passado por diversas ponteiras para dar acabamento e dimensões necessárias para os tubos, em seguida passará por calibradores, para conformar e desempenar os tubos produzidos. No Brasil o diâmetro máximo produzido com esse processo é de 14 polegadas equivalentes a 355,6 milímetros. Ilustrado pela Figura 1 Fabricação de tubos por laminação oblíqua “Mannesmann”.

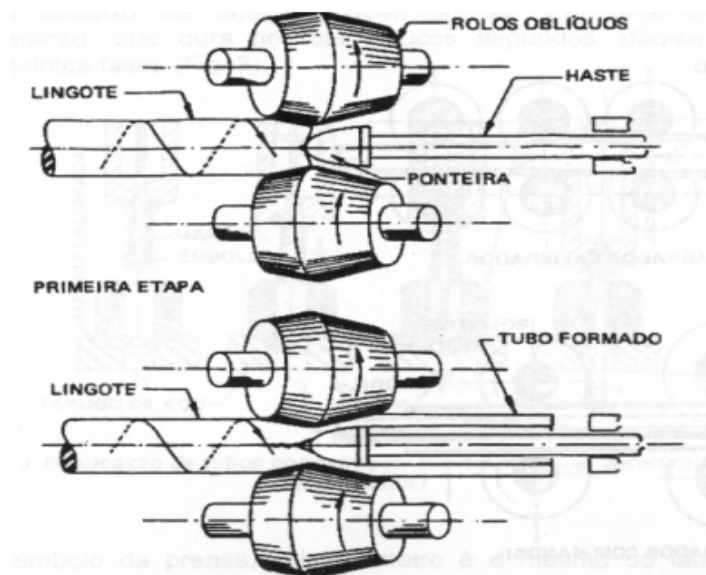


Figura 1 - Fabricação de tubos pelo Laminador oblíquo "Mannesmann".
Fonte: CIMM, (2010).

2.3.3 Fabricação de tubos por Extrusão

Moro e Auras (2006, p. 04) salientam que a extrusão é um processo de conformação no qual o material é forçado através de uma matriz, de forma similar ao aperto de um tubo de pasta de dentes. Para Machado (2009, p. 56) a fabricação por extrusão um tarugo maciço de material em estado pastoso, e colocado em um recipiente (cadinho) de aço debaixo de uma prensa com a finalidade de empurrar o material em uma operação que dura poucos segundos, através das seguintes etapas: “a) O embolo da prensa, cujo diâmetro é o mesmo do tarugo, encosta-se no tarugo. b) O mandril, acionado pela prensa, fura completamente o centro do tarugo. c) Em seguida, o embolo empurra o tarugo obrigando o material a passar pelo furo de uma matriz calibrada e por fora do mandril, formando o tubo”.

Nesse processo os tubos de aço são aquecidos a uma temperatura de 1.200°C, as prensas são sempre verticais e o esforço da prensa pode chegar a 1.500 toneladas. Os tubos de aço saem dessa operação curto e grosso então são levados ainda quentes, a um laminador de rolos para redução do diâmetro e vão finalmente para outros laminadores que desempenam e ajustam as medidas do diâmetro e da espessura das paredes do tubo conforme ordens de produção. Em geral existem diversas formas para produzir tubos de aço ferrosos e não ferrosos, e para cada aplicação do tubo uma forma para produzi-lo seguindo suas aplicações e especificações (MORO; AURAS, 2006, p. 04).

3 Procedimentos metodológicos

3.1 Estudo de caso

A “Empresa manufaturados de aço” teve início como uma revenda de perfil, tubos de aço com costura e tubos mecânicos de pequenos diâmetros. Em 1972 seu fundador viu a necessidade de produzir tubos, devido uma grande demanda e poucos fabricantes. Em 1977 a empresa comprou suas duas primeiras máquinas; uma perfilhadora (AC-06) e uma máquina para produzir tubos com costura longitudinal (MT-01). Desde então a empresa começou a produzir e comercializar seus próprios tubos e perfil. A empresa se destaca em meio aos fabricantes e clientes devido à elevada qualidade de seus produtos e também pela diversidade de seus produtos, não se limitando a comercializar somente tubos de comprimentos padrões de 6 metros, devido às necessidades de clientes a empresa conta com suas máquinas de cortes, para atender pedidos de tubos com comprimentos de 30 cm ate 12 metros.

3.2 Metodologia de pesquisa

O estudo de caso, o qual é utilizado habitualmente na intervenção com o objetivo compreensão e planejamento, possibilita a integração de diferentes técnicas e campos de conhecimento. Desta forma será realizada a coleta de dados e após as análises detalhadas será possível a elaboração de um planejamento de ações de contramedidas para atender todos os pontos que afetam diretamente na qualidade final do produto (GIL, 2002. Pag. 54). O método pode ser considerado mais adequado para coletar elementos que permitam a visão crítica do protótipo concebido, com o objetivo de identificar elementos em uso na empresa. Apoiando-nos nas colocações dos autores analisados nas seções anteriores, dessa forma verificaremos a adequação do estudo de caso no projeto da enfardadeira de tubos, assim como cita (GIL, 2002). Segundo Yin (1984, p. 26), envolvendo questão de estudo de caso e capturando a complexidade do problema. Antes de fazer ou iniciar o protótipo, o pesquisador deve especificar, em detalhe, os dados que vai procurar obter. Isso inclui lista

do material coletado (documentação, arquivos e equipamentos) bem como as questões para entrevista e planos para a observação direta. O foco é assegurar boa cobertura das questões de pesquisa, garantir que todos os pontos fracos sejam melhorados, e melhores aproveitamentos do tempo.

As coletas de dados do processo de produção de fabricação dos tubos galvanizados foram coletadas pelo pesquisador no último trimestre de 2018 entre Outubro e Dezembro. Após a análise detalhada estratificou-se a principais causas e efeitos das não-conformidades geradas pelo processo. Com os dados e informações foram necessárias a realização do planejamento e a realização do brainstorming com os colaboradores para novamente coletar novas informações para o dimensionamento de equipamento e compor os detalhes construtivos de um protótipo.

4 Análise e interpretação dos resultados

4.1 Definição e caracterização do problema

A “Empresa manufaturados de aço” foco do estudo oportuniza a partir da análise das evidências catalogadas de não-conformidades a implementação de oportunidades de melhorias para reduzir os impactos negativos na produtividade e qualidade dos produtos dos seus clientes. A caracterização dos problemas estratificada no final do terceiro trimestre de 2018 aponta 39 não-conformidades somente para tubo 5/8 de polegadas sendo que 85% estão relacionadas ao excesso de acúmulo de óleo interior do tubo. Dentre elas 13% das reclamações apresentam falha na solda longitudinal e 2% refere-se a outras reclamações como: falta de metalização, empenamento entre outros.

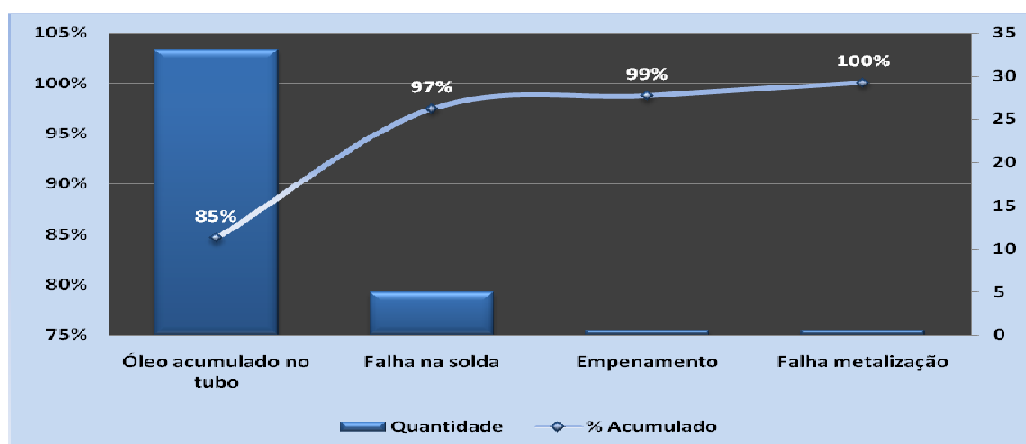


Gráfico 1 – Não-conformidades Outubro à Dezembro 2016

Fonte: Os autores (2018).

4.2 Análise causa e efeito do problema

Com 85% das causas de não-conformidades Gráfico 1, a pesquisa priorizou na identificação de quais tipos de problemas apresentavam ser as fontes geradoras do acúmulo de óleo no interior do tubo. Realizou-se então um brainstorming utilizando-se do diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito) Figura 2, na qual, levantou-se 17 potenciais causas para identificar visualmente e graficamente as causas potenciais do problema 6M's (Método, Máquina, Mão-de-obra, Material, Medição e Meio Ambiente) e seus efeitos, os quais impactam diretamente na qualidade do produto. Desta análises foram encontradas 14 causas falsas e 3 causas verdadeiras.

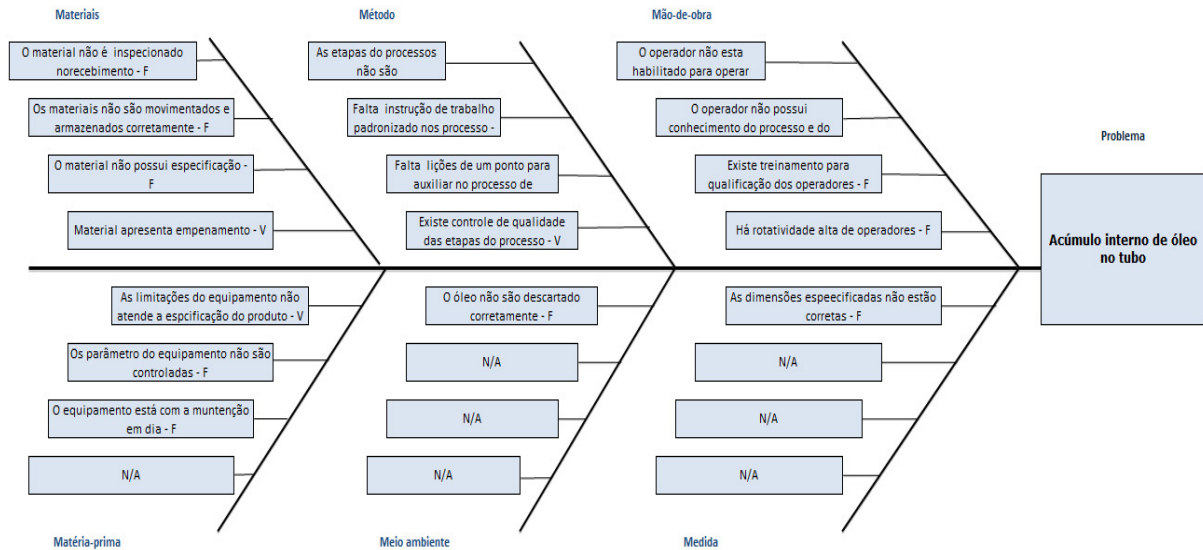


Figura 2 – Diagrama de Ishikawa

Fonte: Autor, (2018).

4.3 Implementação das contramedidas

Nesta etapa foram implementadas as ações para eliminação das fontes geradoras de acúmulo de óleo no interior do tubo. Para tanto desenvolveu-se a estrutura do protótipo (projeto piloto para teste) com tubos retangulares de 40x60mm com espessura 2mm consiste em uma mesa basculante com um eixo central com o diâmetro de 40mm. Sua inclinação de 90° é feita através de polias uma no eixo e outra no redutor, o sistema de sopro dos tubos (secagem do óleo) é feita por bicos ligados em um suporte fixo a um cilindro pneumático.

4.3.1 Verificações de fases

Para realizar a verificação de fases do protótipo foi necessária a instalação de *poka-yoke* na mesa basculante Figura 3 em um ângulo de 45°. O motivo apresenta-se, quando o botão for acionado na “posição vertical” a mesa basculante deve se mover ao ponto de origem e iniciar o ciclo novamente.



Figura 3 – Verificação de fases

Fonte: Os autores, (2019)

4.3.1 Regulagens e operação em linha

Antes de dar início à produção, devem-se fazer as regulagens operacionais das dimensões dos fardos. Os ajustes são importantes para que todos os fardos saiam com a mesma quantidade de barras de tubo. Após a fase de *start*, comissionamento e treinamento o protótipo entrou em teste na linha de produção. Os tubos foram retirados da máquina

principal e conduzidos ao berço do protótipo. Figura 4 ilustra o início da montagem do fardo. A Figura 5 ilustra o término da montagem do fardo, que ainda é realizado manualmente.



Figura 4 – Início das montagens dos fardos
Fonte: Os autores, (2019)



Figura 5 – Término das montagens dos fardos
Fonte: Os autores, (2019)

Com o término da montagem, o fardo recebeu a amarração com fita metálica e a fixação de apoio para não tombar para frente. Ao ser inclinado em 90° inicia-se o ciclo de retirada de óleo dos tubos, com o os bicos de ar comprimido de uma extremidade até a outra. A Figura 6 ilustra com seta a posição de 4 bicos de ar do sistema atuando na de retirada do acúmulo de óleo no interior do tubo, o processo leva 3 minutos, é um tempo considerado satisfatório. A Figura 7 mostra a empilhadeira retirando o fardo depois de secá-lo. O grande ganho será que, o fardo poderá ser conduzido diretamente ao estoque, e isso elimina uma das etapas do processo (a retirada de óleo manualmente), diminuindo o tempo de processamento.



Figura 6 – Bicos de Ar
Fonte: Os autores, (2019)



Figura 7 – Retirada de fardos embalados
Fonte: Os autores, (2019)

4.4 Resultados da implantação das contramedidas

Nas caracterizações históricas dos problemas apontadas no período do 4° trimestre **Outubro/Dezembro** de 2018 somaram 39 não-conformidades somente para o processo de fabricação dos tubos galvanizados de 5/8 polegadas sendo que destes 85% com excesso de acúmulo de óleo no interior do tubo, 13% apresentam falha na solda longitudinal e 2% refere-se a outras anomalias. Com base nos dados e análise das causas e efeitos foram geradas contramedidas e as ações foram executadas. Seguem informações sobre o resultado apresentado com as ações executadas.

No final do primeiro trimestre **Janeiro/Março** de 2019 já com as contra medidas implementadas houve aumento no total de 42 não-conformidades geradas. O indicador

apresentou 81% de acúmulo interno de óleo no tubo, uma pequena redução de 4% comparado ao período anterior, 15% falha na solda e 4% outras reclamações.

O segundo 2º trimestre **Abril/Julho** de 2019 com as ações solidificadas no processo de fabricação, o número de não-conformidade reduziu em média 40% comparado com período anterior foram de 42 para 25 não-conformidades. Destas 28% representam acúmulo de óleo no interior do tubo, 50% falha na solda e 22% outras reclamações.

O indicador de evolução das não-conformidades lustrado pelo Gráfico 2 apresentou resultados satisfatório no que tange acúmulo de óleo no interior na fabricação do tubo 5/8 no período de Janeiro a Junho de 2019.

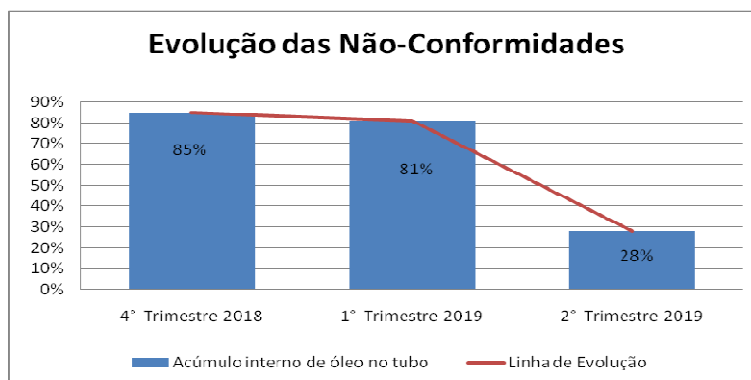


Gráfico 2 - Não-conformidades Outubro 2018 à Dezembro 2019

Fonte: Os autores (2018).

5. Considerações finais

A caracterização do problema de pesquisa oriunda da baixa eficiência nos resultados das tratativas de ações implementadas vinham contribuindo para aumento de não-conformidades no processo de fabricação de tubos galvanizados. Os dados coletados no período de Outubro/Dezembro de 2018 apresentaram, que 85% destas não-conformidades foram registros de acúmulos de óleo no interior dos tubos entre outras apresentadas. Diante dos fatos a pesquisa apresentou objetivo do estudo propor alternativas de melhorias para sanar o alto índice de falhas no processo de fabricação dos tubos galvanizados 5/8 utilizados na fabricação de fogão a gás. Ao longo da construção do projeto alguns desafios foram superados e os resultados foram construídos de forma satisfatória. Com a execução das contramedidas a partir das análises de causa e efeito foram implementadas ações no processo de produção. Tais como: (treinamentos, desenvolvimento de equipamento, start, comissionamento, teste piloto de produção em escala industrial, ajustes necessários e um acompanhamento dos resultados gerados nestes testes).

No 1º trimestre Janeiro/Março de 2019 havia 42 não-conformidades geradas pelos clientes sendo que 81% das não-conformidades eram para tratativa por acúmulo de óleo no interior do tubo. No segundo 2º trimestre Abril/Julho 2019 apenas 25 clientes geraram não-conformidades, que para tratativa de acúmulo de óleo no interior do tubo foram apenas 28%. Neste período foram observados que houve redução de 40% no número de abertura de não-conformidades pelos clientes de 42 para 25 não-conformidades, como também houve redução de 65% nas não-conformidades para tratativa de acúmulo de óleo no interior do tubo. Esses números podem melhorar com a automatização de todas as três linhas de

produção, de forma que todos os tubos passem pelo processo de secagem nas enfardadeiras.

Devido às alternativas proposta de melhoria apresentar resultados positivos para sanar o alto índice de falhas no processo na fabricação de tubos galvanizados de 5/8 polegadas e oferecer maior qualidade no processo e no produto será proposto o desenvolvimento de mais três enfardadeiras para replicar na linha de produção. Outras oportunidades de melhorias percebidas no acompanhamento da implementação do projeto piloto foi um aumento significativo em relação à falha na solda no tubo e tubo empenado. Há de buscar novas alternativas para solução das novas oportunidades para o fortalecimento da prática de melhoria contínua nos processos da empresa.

REFERÊNCIAS

Andrade, F. A. D. E. (2007). **Estudo das propriedades mecânicas de tubos de aço com costura trefilados**. p. 68.

Bolzani, C.A.M.(2004). **Residências inteligentes - domótica, redes domésticas, automação residencial**. São Paulo: Livraria da Física.

CIMM, (2010). **Fabricação de tubos industriais**. Disponível em: www.cimm.com.br.

Filho, E. B. (2011). **Conformação plástica dos metais**. 6ª edição ed. São Paulo.

Longenecker, J.; Moore, C.; Petty, J.W. **Administração de pequenas empresas**. São Paulo: Makron Books, 1997.

Machado, M. L. P.(2009). **Conformação dos Metais**. Vitória ES.Apostila.

Moro, N; Auras, A. P. (2016). **Processos de fabricação, conformação mecânica**. 2 edição. Florianópolis.

Ohno, T. (1997). **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre. Bookman.

Roberto, C. *et al.*(2002). **Senai. Apostila Tubulação Industrial**, Espírito Santo. P.32.

Sgarbi, J, A.; Tonidandel, Flavio. (2007). **Domótica Inteligente: Automação Residencial baseada em Comportamento**. Centro Universitário da FEI - São Bernardo do Campo – SP

Silva, E. C. N.(2002). **Apostila de pneumática**. Escola politécnica da USP. São Paulo.

Silevira, L. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial**. Disponível em: http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf> Acesso em 9 de Outubro de 2016.

Soares, A. (1991). **Código de barras: a presença visível da automação**. Revista de **Administração de Empresas**. São Paulo, v. 31, n. 1, p. 59-68, jan./mar

Telles, P. C. S. (2016). **Tubulações industriais**. 9 Edição. LTC Editor. Rio de Janeiro. P. 03

Yin, R.K.(1984). **Estudo de caso. Planejamento e métodos**. 2 Edição