

Eliminação de deformação e engripamento no processo de estampagem utilizando o eletrodo revestido N9025

Lincoln Cristiano Delfino

(engenheiromeclincoln@gmail.com)

Sylvio Mauro de Castro

Renato Ribeiro Franco

Coordenação de curso de Engenharia mecânica

Resumo – O uso de ferramentas da qualidade, permitiu a redução a índices mais satisfatórios do tempo necessário para reparo em estampo de repuxar evitando perdas de material e comprometimento do processo de produção devida a problemas de deformação e engripamento. Durante a realização desse trabalho, observou-se a partir da metodologia da qualidade, em especial das ferramentas para identificação e análise de problemas, que é possível garantir a eficácia na execução do trabalho artesanal quando se utiliza o eletrodo da EutecDur N9025. O uso do eletrodo N9025 permitiu reduzir significativamente, o número de peças defeituosas, bem como, a diminuição do processo de retrabalho. Após realização de ensaios de tração e testes em linha (try-out) em campo, decidiu-se por utilizar os eletrodos EutecDur N9025. A diretoria da empresa foi favorável à aplicação da proposta e o método foi expandido, sendo aplicado em uma lista de aproximadamente, 150 tipos de estampos.

Palavras chaves: Deformação, engripamento, estampo, processos, qualidade.

I. INTRODUÇÃO

Para produzir peças estampadas para produção de carroceria de automóveis com boa qualidade, otimizando o processo de produção e, principalmente, reduzindo os custos finais de produção, é necessária profunda compreensão do seu processo. A capacidade de uma chapa metálica se deformar, adquirindo uma forma imposta pelos esforços gerados por uma matriz e por um punção, sem que ocorra sua ruptura em qualquer ponto, ou seja, deformação estiramento e engripamento durante a conformação, ou mesmo o surgimento de outros defeitos que inviabilizem a utilização da peça é chamado de estampagem [6].

O processo de estampagem ou conformação de chapas planas, teve origem no século 18, quando se desenvolveu um método de fabricação de copos e painéis em larga escala e

com custos mais baixos que os métodos artesanais, utilizando-se o princípio de moldes machos e fêmeas [6].

Desde então, este método vem evoluindo continuamente, existindo hoje fábricas automatizadas produzindo peças de elevada complexidade e em série. No entanto, o seu desenvolvimento continua sendo um grande desafio, para técnicos e engenheiros [14].

Há várias operações complexas no processo de estampagem onde cada uma delas tem suas combinações e particularidades. Há operações de dobramento, recorte, repuxo (embutimento), flangeamento, calibragem e cunhagem que exigem parâmetros específicos para se obter êxito na estampagem.

A não observação desses parâmetros, pode influenciar negativamente na conformação de itens importantes como: (i) do projeto final, (ii) das propriedades mecânicas, (iii) da geometria da ferramenta, (iv) do coeficiente de anisotropia (v) do encruamento (vi) da velocidade de conformação e até mesmo, do ajuste do ferramental necessário para a fabricação das peças, sejam eles a pressão do prensa chapas, a pressão do martelo de uma prensa de dupla ação ou oleamento da própria chapa. Sabe-se, contudo, que todas estas variáveis estão inter-relacionadas e exercem influência sobre o resultado final. O completo entendimento das influências desses parâmetros na conformação da chapa auxilia na otimização do processo, permitindo obter peças complexas de melhor qualidade.

Para melhor aprofundamento no assunto, será abordado nesse trabalho, apenas a operação relativa ao processo de embutimento (bastante conhecida também como repuxo), onde uma chapa plana é conformada, isto é, ganha forma da figura do produto a ser produzido. Durante essa operação é comum ocorrer dois defeitos conhecidos como, deformação e

engripamento provenientes, na maioria das vezes, da irregularidade do contra macho e do prensa chapas, os quais serão estudados e analisados. Os resultados obtidos, contribuirão, com certeza, na geração de alternativas que evitem sua ocorrência e reduzam, ao final do processo, a quantidade de refugos da linha de produção.

II. OBJETIVOS

Objetivo Geral: Reduzir as perdas durante o processo de estampagem, causadas por defeitos de deformação e engripamento devido a escassas manutenções durante o processo produtivo.

Objetivos Específicos: Eliminar problemas provenientes do engripamento e deformação utilizando um eletrodo com revestimento especial com o propósito de evitar a necessidade de revisões.

Reduzir a perda de tempo durante o processo para que se produza mais no mesmo período de tempo aumentando a eficiência técnica e reduzindo os custos operacionais.

III. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Teoria sobre estampagem

Uma das características principais do processo de conformação mecânica dos metais é a mudança das formas geométricas dos corpos trabalhados [7]. Dentre os processos de conformação mecânica destacam-se: a extrusão, a trefilação, a laminação a quente e a frio, o forjamento e a estampagem. A estampagem, item em estudo, é o processo utilizado para produção de peças metálicas estruturais complexas nas indústrias automobilística e aeronáutica [7]. O processo de estampagem de chapas finas, por exemplo, consiste na utilização de um molde – muito conhecido também como estampo (fig. 1) - que tem entre seus principais componentes, uma matriz, alguns quebra-rugas, um punção e um prensa chapas, todos acoplados a uma prensa hidráulica ou mecânica [10].

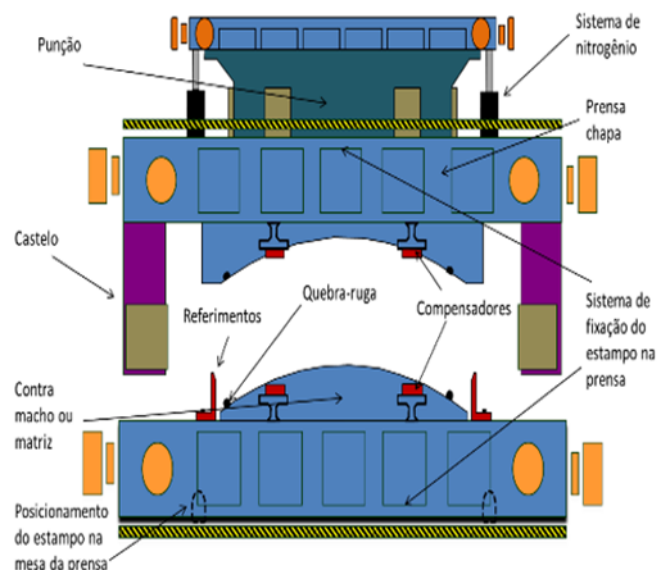


Fig. 1 – Desenho esquemático de um estampo. Fonte: Foto do acervo do autor.

Quanto a operação repuxar, esta consiste em obter um sólido, de forma qualquer, partindo-se de um desenvolvimento de uma chapa plana [6]. O estudo do fluxo do metal nesta operação de embutimento é bastante complexo, pois aparecem estados duplos e triplos de tensão [6]. As possibilidades de repuxar começam no limite elástico e terminam um pouco antes do limite de ruptura. Portanto, quanto maior for a diferença entre os limites elástico e de ruptura maiores serão as possibilidades de repuxar determinados tipos de aços [10].

No repuxo, praticamente todo o volume da peça sofre tensões e é encruado, exceto o fundo da peça, que serviu de apoio à face do punção. De forma geral, encruamento melhora a qualidade do produto acabado [10]. Por exemplo, partes da carroceria de um automóvel, onde são feitas deformações (Fig. 2) com a finalidade específica de encruar a chapa, aumentado a resistência a rupturas e a deformações no produto. A figura 3 mostra os raios irregulares do punção que podem ocasionar deformação em uma peça durante o processo de embutimento.



Fig. 2 Raios irregulares do punção. Fonte: Fotos de acervo do autor.

A função da matriz é receber a chapa metálica e dar a forma final à peça [2]. O prensa-chapas e o quebra-rugas, como o próprio nome diz, têm a função de evitar a formação de rugas na peça e ou no flange, retendo a chapa metálica de forma a induzir seu estiramento. O flange é a região da chapa presa entre o quebra-rugas e a face horizontal da matriz. O punção força a chapa a entrar na matriz, dando-lhe a forma final. Além deste componente, em muitos processos são utilizados óleos lubrificantes sobre pontos localizados da chapa, com a função de reduzir o atrito entre os metais nestes pontos [10].



Fig. 3 – Deformação evidenciada Fonte: Foto de acervo do autor.

B. Problemas mais comuns

1 – Ruptura: conforme citado anteriormente, durante o processo de embutimento a chapa é forçada contra a matriz por um punção e dependendo da pressão aplicada a parede da

chapa (espessura) pode ter um afinamento ocasionando pequenas áreas sombreadas chamadas de estiramento. Caso essa pressão aplicada não seja aliviada este estiramento pode se tornar uma ruptura (fig. 4), fazendo com que o produto tenha que sofrer reparos e ou até mesmo ser refugados.



Fig. 4 - Ruptura no produto. Fonte: Foto do acervo do autor.

2 – Estiramento: O estiramento é uma das etapas de operações complexas do processo de estampagem de chapas finas. Na conformação de peças como, partes de automóveis ou de eletrodomésticos, é comum haver componentes de estiramento [4]. O limite de conformação no estiramento pode ser estabelecido pelo fenômeno da estricção. A estricção é a redução das dimensões da seção transversal, provocada pelas cargas de tração do processo. No estiramento deve ser evitada estricção localizada, comumente conhecida por empençamento [4].

3 – Engripamento: Este é outro grande inconveniente percebido de forma bastante regular durante o processo, gerado principalmente pela força excessiva do quebra rugas contra o alojamento, causando um desprendimento de resíduos, gerados pelo esforço sofrido pela chapa. Além do engripamento (fig. 5) que necessita de um ajuste imediato, os pontos positivos e negativos gerados devido ao desprendimento de resíduos demandam um elevado tempo de reparo.



Fig. 5 – Engripamento no prensa chapas. Fonte: Foto do acervo do autor

4 – Deformação: Acontece quando a forma obtida pela chapa contém imperfeições em sua superfície devido a entrada irregular do material seja para mais ou para menos. São vários os fatores que podem gerar este tipo de defeito, mas, os mais comuns são a regulagem irregular do prensa chapas, as dimensões fora de padronização dos compensadores e a variação na chapa a ser produzida [12].



Fig. 6 – Deformação durante o processo Fonte: acervo do autor.

Durante o “tryout” (teste) de ferramentas de estampagem, as mudanças são frequentemente necessárias, desde ajustes no “design” (projeto) de matrizes e punções, troca de lubrificantes e até a escolha de um novo material com melhor estampabilidade, a fim de se atingir o grau de satisfação esperado para o produto [14]. Todas essas ações, no entanto, elevam os custos, o que mostra a necessidade de uma melhor

avaliação das chapas metálicas juntamente com os parâmetros em questão a serem utilizados, como uma forma de se evitar perdas provocadas pelo conhecimento insuficiente das reais condições de deformação a que os materiais podem ser submetidos [14].

Uma peça rompe ou apresenta uma redução excessiva em sua espessura, durante um processo de estampagem, muitas das vezes, provocadas pela tentativa de solucionar este problema, por meio de novas adições de lubrificantes. Porém esta solução nem sempre é a mais correta. Isto ocorre porque a lubrificação ainda é pouco estudada e compreendida por poucos [14].

Desta forma, procura-se cada vez mais pesquisar a influência da lubrificação, permitindo as indústrias conhecer melhor esta variável e entender a estampabilidade das chapas utilizadas que, em parte, pode garantir que as peças produzidas serão estampadas sem maiores problemas [14].

Uma forma ainda pouco utilizada mas, que se mostra positiva é a utilização de um eletrodo com elementos de liga especial (Cobalto, Cromo, Níquel e fluoreto de cálcio) que evita o aparecimento de engripamentos e de deformações durante o processo de embutimento.

IV. METODOLOGIA E RESULTADOS

Quanto ao método de realização desse trabalho, optou-se pelo estudo de caso por entender ser a melhor forma de mostrar as causas e suas consequências, bem como as soluções propostas. A empresa em questão, por critérios éticos, terá seu nome preservado, e será, doravante, quando citada, identificada apenas por Automobili.

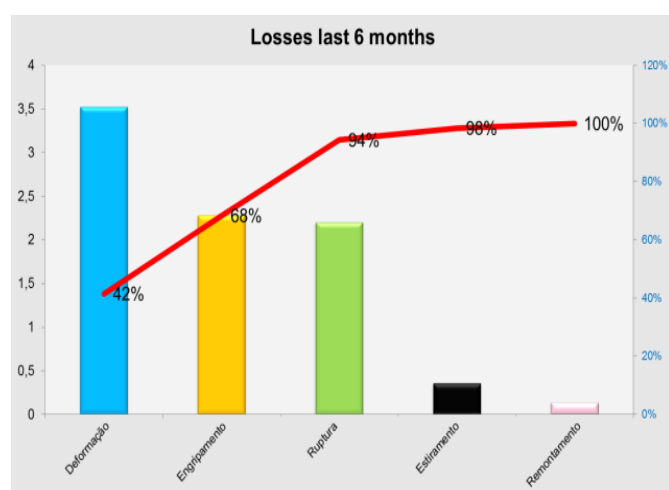
A Automobili é uma empresa do ramo automobilístico e opera no Brasil desde 1980. A empresa vinha apresentando grande quantidade de defeitos provocados pelo engripamento e deformação das chapas durante o processo de estampagem. Uma vez conhecido os problemas, partiu-se para a identificação, mapeamento e análise das possíveis causas usando o gráfico de Pareto (gráfico 1), antes de enviar o estampo para o box de solda.

Durante a análise, foram avaliados os 6M's (Mão de obra, Método, Meio ambiente, Máquina, Medida e Material) que poderiam estar contribuindo para ocasionar as falhas e aumentar as perdas de matéria prima durante o processo de estampagem, assim como o MTBF (Mean Time Between Failures), período médio entre falhas, para verificar se a falha era pontual ou tinha uma certa frequência, e foi também calculado o OEE (Overall Equipment Effectiveness) eficiência geral do equipamento.

Todo e qualquer projeto a ser realizado dentro da empresa Automobili deve passar por análise antes do início do mesmo. Esses indicadores de qualidade revelam para onde deve ser voltada a atenção do projeto.

Após as análises do método, do material, do prensa chapas, do compensador e o contra macho, concluiu-se que estes estariam causando os problemas estudados. É possível determinar as propriedades mecânicas de chapas metálicas, como a obtenção do limite de resistência, limite de escoamento, alongamento percentual uniforme, grau de encruamento e índice de anisotropia, que são parâmetros influentes no desempenho de materiais durante as operações de conformação [14].

Gráfico 1 – Pareto maiores perdas.



Fonte: Empresa Automobili.

No desenvolvimento do trabalho de análise, fez-se a caracterização dos materiais das chapas metálicas através do ensaio de tração com corpos de prova no formato “gravata”. Determinou-se a tensão de escoamento, a tensão máxima os

coeficientes de encruamento e anisotropia e a deformação de engenharia [9].

Enviou-se um corpo de prova (de acordo com a norma ABNT NBR ISO 6892-1:2013 Versão Corrigida: 2015) [1], para o laboratório de ensaio de tração no equipamento de marca EMIC, de propriedade da empresa (Fig.7). O equipamento foi ajustado para a capacidade de 300kN a fim de avaliar as propriedades mecânicas (tab. 1) da chapa que estava sendo utilizada para estampar o produto.

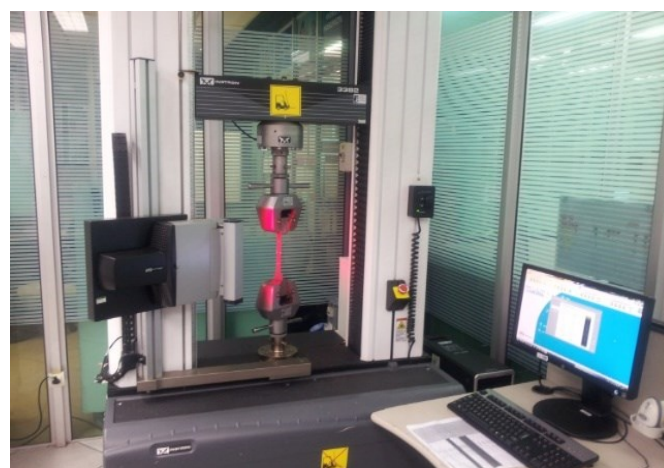


Fig. 7 – Laboratório – Ensaio de tração. Fonte: Foto do acervo do autor.

Com o resultado em mãos e certificado que o material estava com suas propriedades mecânicas dentro dos limites de tolerância especificados pela norma da empresa, foi necessário intervir no estampo.

Tabela 1 – Resultado do ensaio de tração.

| Propriedades mecânicas | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------------|
| Valores | Limite de escoamento (MPa) | Limite de resistência (MPa) | Alongamento (80%) | Anisotropia (r) | Encruamento (n) | Espessura (mm) | Rugosidade (microns) |
| Especificados | 120 ~ 180 | 270 ~ 330 | >= 42% | >= 2,1 | >= 0,22 | 0,75 ± 0,04 | 0,60 a 1,50 |
| Encontrados | 145 | 286 | 44 | 3,18 | 0,23 | 0,75 | 1,06 |

Fonte: Equipamento para ensaio de tração EMIC. Aferido em abril de 2016.

Ao enviar o estampo para o box de manutenção, mediu-se a rugosidade do prensa chapas com o objetivo de analisar as condições superficiais do acabamento, utilizou-se o Rugosímetro Portátil Digital SJ-210 fabricado pela Mitutoyo 178-561-02A, aferido em março de 2016, de propriedade da

empresa, o qual informava uma rugosidade média (Ra - Roughness Average) de $2.202\mu\text{m}$, conforme (fig. 5).

De acordo com a norma da empresa Automobili, para que não haja algum desprendimento de material no momento da estampagem, seria preciso que essa medida variasse entre 1.500 e $1.800\mu\text{m}$. Após a análise, iniciou-se o ajuste do prensa chapas com uma pedra granulada fina para retifica manual pneumática.

Esse ajuste evita que durante a produção, devido a fricção metal-metal, se desprendam partículas da chapa e caiam dentro do contra macho, ocasionando “pontos positivos e negativos” nas peças, caracterizando um defeito. Isto obrigaria a transferência dessas peças defeituosas para uma outra área onde passariam por uma reparação (retrabalho) nas áreas afetadas. Finalizado o ajuste no prensa chapas, foram realizadas novas medidas em nove pontos distintos com o rugosímetro e obtido o resultado de $1.765\mu\text{m}$; um resultado considerado dentro do padrão especificado pela norma e requerido para o produto final.

Outro componente da parte superior/inferior que influencia bastante na deformação é o compensador. O compensador, conforme mostrado na (fig.8) tem esse nome apenas na operação 20 (repuxo ou embutimento) onde ele é responsável pela regulagem e controle da entrada da chapa (uma outra regulagem para o escoamento da chapa para dentro do estampo além do prensa chapas) em pontos específicos.

Em outras operações, o compensador leva o nome de limitador, pois, limita a parte superior a trabalhar em determinada altura, impedindo que a mesma desça e quebre os componentes que tem limites determinados para uma função específica, seja ela dobrar, flangear, furar, entre outros. Ele é distribuído em vários pontos do estampo na operação 20 e regula a “quantidade” de chapa que entra no contra-macho no momento do embutimento.



Fig. 8 – Padronização dos compensadores. Fonte: Foto do acervo do autor.

Durante a análise do método 5G para resolução de problemas, verificou-se que o compensador estava com alturas diferentes dos outros, o que acentuava ainda mais a deformação encontrada. Para essas medições de altura, utilizou-se um paquímetro digital Mitutoyo de 200mm aferido semestralmente, segundo informações do técnico da empresa em estudo.

Dos componentes identificados como causadores do problema analisado o contra macho foi o próximo a ser trabalhado. Para realizar o trabalho foi necessário enviá-lo para o box de solda e realizar a soldagem com o eletrodo revestido. A soldagem por eletrodo revestido é a técnica de junção mais aplicada no Brasil. As principais vantagens deste processo são a simplicidade, o baixo custo operacional, o baixo custo dos consumíveis, a versatilidade e a tecnologia amplamente difundida [8].

Atualmente, os metais de adição mais utilizados na soldagem de aços carbono por eletrodo revestido são aqueles de classificação AWS A5.1 - E7018. Estes eletrodos apresentam um revestimento de caráter básico e são indicados para aplicações de alta responsabilidade como, soldagem de grandes espessuras e de elevado grau de restrição. Adicionalmente ao uso em aços carbono, os eletrodos E7018 podem ser também utilizados para a soldagem de materiais dissimilares, envolvendo aços de alta resistência de alto teor de carbono ou aços ligados [8].

O eletrodo **EutecDur N9025** do fabricante Castolin Eutectic é uma liga especial à base de cobalto para revestimento de ferramentas aplicado em processo de estampagem a frio onde há muitos problemas de engrupamentos, pois, ele recobre peças sujeitas a fricção metal-metal [8]. O cobalto, por natureza, é um metal com características e propriedades muito próximas às do níquel, porém, com maior resistência mecânica e custo ainda mais alto. A resistência à corrosão do cobalto também é elevada [8]. Seu depósito apresenta excelente resistência ao desgaste friccional aliada a um elevado alongamento [7]. Entre outras características o eletrodo EutecDur N9025 também possui:

- Boa resistência a oxidação: A velocidade de oxidação depende da temperatura e das propriedades do material e seu óxido. Se o volume do óxido formado é, aproximadamente, o mesmo do metal consumido e o óxido é sólido aderente, não-reativo, não-volátil, o óxido será provavelmente, protetor. Íons de oxigênio, íons do metal ou elétrons podem difundir-se espontaneamente através da camada do óxido protetor a fim de levar a reação. Do ponto de vista do modelamento do fenômeno, a espessura do óxido varia de forma logarítmica, parabólica ou linearmente com o tempo, dependendo do grau de proteção proporcionado pelo óxido. Certas fases ou regiões dos metais ou ligas podem oxidar-se seletivamente, deixando intacta a maior parte do material [3].
- Resistência a fissuras: Trata-se do rompimento interno da estrutura cristalina que não aflora na superfície do material, conhecida também como trinca interna. Estas descontinuidades ocorrem na solda ou no metal de base quando a tensão localizada excede o limite de ruptura local do material. Tende a se propagar devido ao efeito de concentração de tensões nos extremos das mesmas. Desta forma, a fissura tende a aflorar na superfície da peça quando passa a ser uma trinca [4].
- Facilmente maquinável: Após a utilização, mesmo havendo o endurecimento da área soldada, ainda se tem facilidade de usinar a região.

- Boas características de trabalho – Endurecimento: O endurecimento por encruamento é um processo no qual um metal dúctil torna-se mais resistente e duro à medida em que é deformado plasticamente. Muitas vezes este tipo de endurecimento é chamado de endurecimento a frio "*cold hardening*" ou endurecimento por trabalho mecânico "*work hardening*" [5]. Esse eletrodo será o principal recurso usado para eliminar os problemas de deformação e de engrupamentos.

Foi aplicado também, o pré-aquecimento da parte inferior do estampo (contra macho) conforme estabelecido pelo fabricante a uma temperatura variável entre 100 e 200°C devido a área a ser soldada no estampo possuir 0,33% Carbono. Após estes procedimentos, foi preparado e desbastado com um rebolo (fig.9), acoplado a uma retífica manual, a superfície do punção e soldado (fig.10) com o eletrodo EutecDur N9025.



Fig.9 – Preparação da área a ser soldada. Fonte: Foto do acervo do autor.

A seguir, aplicou-se um produto anti respingos líquidos para solda, isento de silicone a base de óleos vegetais emulsionados em óleo de coco e inibidores anticorrosivos. Para as regiões de superfície plana foi soldado com o eletrodo E7018 da ESAB, pois, este contém baixo hidrogênio e adicionam pó de ferro ao metal resultando num arco mais suave e com menos respingos, evitando um retrabalho.

A utilização do eletrodo E7018 pode ser explicada pelas excelentes características de soldagem proporcionadas por

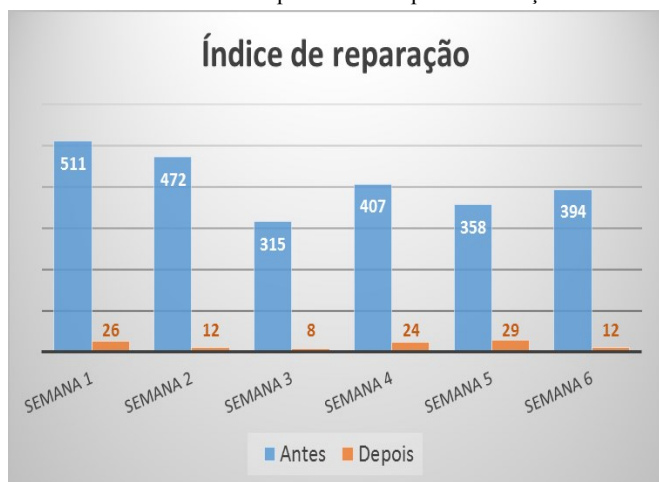
estes consumíveis: arco suave e silencioso, índice reduzido de salpicos, penetração adequada e possibilidade de elevadas velocidades de avanço. Além disso, esses eletrodos apresentam teor de manganês mais elevado e, esta quantidade maior de manganês, modifica a microestrutura da zona fundida melhorando as propriedades de tenacidade através da diminuição da temperatura de transição dúctil-frágil.



Fig.10 – Soldagem no estampo. Fonte: Foto do acervo do autor.

Após a soldagem ajustou-se utilizando algumas pontas montadas fabricadas em óxido de alumínio na cor rosa de granulação fina indicada para serviços de desbaste e acabamento com retífica pneumática manual. Ajuste concluído, o estampo ficou em monitoramento durante a produção durante algumas semanas para verificar a eficácia das ações tomadas. O gráfico 2 mostra o resultado das ações.

Gráfico 2 – Acompanhamento após intervenção



Fonte: O autor.

Observou-se que na primeira produção após o ajuste o escoamento do material ocorreu sem sofrer nenhum esforço excessivo, seja dos quebra rugas, seja do prensa chapas, evitando que o material libere partículas que ficariam no prensa chapas e causariam engripamento e entraria no contra macho do estampo causando deformação.

A manutenção preventiva é um processo baseada em intervalos regulares que visa exercer controle sobre o equipamento, de forma a reduzir a probabilidade de falhas. O problema deste tipo de manutenção está na escolha do intervalo apropriado para programar a parada do equipamento, o que se transforma em uma tarefa de difícil determinação [13].

A manutenção preventiva é considerada uma atividade de rotina desenvolvida com o intuito de, preventivamente, substituir ou reparar componentes que estejam próximos de apresentar falhas. Estas intervenções, geralmente, devem ser programadas para horários de baixa produção ou fora do pico de utilização, não representando nenhum efeito nos índices de disponibilidade operacional [13].

Os três objetivos da manutenção preventiva são: primeiro, evitar deterioração acelerada e falha do equipamento; segundo, detectar a ocorrência de falhas incipientes e terceiro, detectar a existência de falhas ocultas [12].

Em um plano de manutenção preventiva existem, fundamentalmente, três tipos básicos de atividade:

1 - Manutenção preventiva baseada no tempo (TBM): com base em uma periodicidade fixa e previamente estabelecidas [12]. Quando se especifica uma atividade do tipo TBM, é porque se conhece com boa precisão o comportamento temporal das falhas do equipamento, de modo que se pode determinar precisamente “o que” e “quando” deve ser feito para se evitar a ocorrência das falhas.

2 - Manutenção preventiva baseada na condição (CBM): As atividades do tipo CBM são aquelas na qual o desempenho ou condição do equipamento é periodicamente medido e que, de acordo com algum tipo de padrão ou limite pré-

estabelecido, uma ação é tomada para se substituir ou restaurar o equipamento [12].

3 – Manutenção preventiva baseada em Teste e inspeção para detecção de falhas (ocultas) existentes (TDF): As atividades do tipo TDF são realizadas para se verificar se o equipamento já se encontra no estado falho. Em caso positivo, uma ação corretiva é tomada antes que a demanda ocorra.

Em sistemas do tipo “standby”, segurança, não se sabe realmente se e quando ocorrerá uma falha, de forma que: a intervalos periódicos, pré-estabelecidos realizam-se testes e inspeções para detectar a existência de falhas que porventura já tenham ocorrido. Desta forma, garante-se maior disponibilidade do sistema em caso de ocorrência da demanda [12].

Para uma padronização, após os ajustes realizados, foi cadastrado o estampo para uma manutenção preventiva por golpes. Entenda-se por Golpes, cada giro de 360 graus que a prensa realiza, fazendo com que a base superior (prensa chapas) se encontre com a base inferior (Contra macho). Um estampo não pode ser monitorado por hora devido ao tempo que ele fica parado entre produções. Então, a cada 50.000 golpes deve ser realizado uma preventiva para inspecionar os componentes que geraram problemas relacionados a deformação e engripamento.

Para maior aprofundamento e expansão da ideia, foi criada uma lista com mais 150 estampos (a criticidade, o “tempo de vida e a quantidade de quebras/defeitos/paradas foram os indicadores para a lista) onde serão realizadas manutenções preventivas a cada 50.000 golpes nos estampos.

CONCLUSÃO

Conforme proposto para os objetivos desse estudo, a aplicação da metodologia da qualidade através do uso de suas ferramentas de detecção e análise, aliadas a um planejamento bem estruturado e realizado periodicamente, pela equipe de produção e manutenção, é possível evitar que falhas de engripamento e ou deformação durante o processo de estampagem ocorram com frequência ocasionando perda de

eficiência técnica por paralisações do processo, perdas por retrabalho e refugos de materiais e altos custos operacionais.

Neste estudo, entretanto, não se buscou identificar ou eliminar, diretamente, os custos ocasionados por essas perdas, mas, com certeza, os resultados conseguidos apontam para a melhora significativa também, para esses indicadores.

Foi possível identificar a necessidade de substituir o eletrodo comumente utilizado no processo de estampagem, pelo eletrodo EutecDur N9025 que apresentou melhor performance devido a suas características mecânicas facilitar o escoamento da chapa em processo de modificação. Identificou-se que, por ser constituído de alto teor de cobalto, sua resistência à fricção quando em contato entre metais aumenta e recobre toda a área sujeita a esse esforço, eliminando a possibilidade do engripamento e ou deformação do produto final.

De acordo com as análises realizadas, tendo como referência a produção de 1580 peças semanais, a redução de falhas de engripamento e deformação do produto durante o processo de estampagem caíram, significativamente, após as intervenções realizadas de 26% por semana, em média, para apenas 1%.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. Disponível em <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=196800>> Em: 22/05/2016.
- [2] BOFF, Uilian. Desenvolvimento do processo de estampagem para miniaturização de motores. Dissertação para obtenção do título de mestre em engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.
- [3] CIENCIA DOS MATERIAIS. Disponível em <http://www.cienciadosmateriais.org/index.php?acao=exibir&cap=23&top=18> Em: 01/06/2016.
- [4] CIMM. Disponível em: <http://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/530-fissura> Em 01/06/2016.
- [5] DALMOLIN. Disponível em: <http://www.dalmolim.com.br/EDUCACAO/MATERIAIS/Bi_blimat/mecanendur.pdf> Em 02/06/2016.
- [6] FABRIS, ANSELMO. Influência da força do prensa-chapas na conformabilidade do aço HSLA440. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. – Curitiba, 2014.

[7] Folheto técnico do produto. Disponível em: <http://www.eutectic.com.br/folhetostecnicos/eute_cdur_n-9025_pdf> Em: 22/05/2016.

[8] INFOMET. Disponível em: <<http://www.infomet.com.br/site/metais-e-ligas-conteudo-ler.php?codAssunto=106>> Em: 02/06/2016.

[9] KUZMAN, K. Environmental Friendly Lubricants in Deep Drawing of Steel Sheet Metal. Enform Project. Slovenia, TECOS Celje, 2000.

[10] PENTEADO, Fernando. Apostila processo de estampagem, 2007.

[11] REIS, Leonardo Camilo dos. Estudo dos parâmetros de influência na simulação numérica de estampagem de chapas. Dissertação de Mestrado, curso de pós-graduação em engenharia metalúrgica e de Minas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 2002.

[12] REIS, Rubens Alberto dos. Tempos de resfriamento e aquecimento: Repercussão no desempenho da Manutenção na indústria siderúrgica. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Ponta grossa, 2009.

[13] ROMERO, Camila Mendonça. Análise estatística e avaliativa do processo de manutenção mecânica em uma empresa de transporte público por ônibus. Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Rio de janeiro, 2011.

[14] TIGRINHO, L. M. V. Influência da Lubrificação na Estampagem Via Análise das Deformações Obtidas em uma Chapa de Aço de Alta Estampabilidade. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.