



MELHORIA NA PRODUTIVIDADE DA FABRICAÇÃO DE CHEVRONS PARA SEPARADORE DE VAPOR: estudo de caso

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN THE MANUFACTURE OF CHEVRONS FOR VAPOR SEPARATORS: case study

Guilherme Rith Mendes Barros^I
 Kleber Augusto Rama Sato^{II}
 Maria Aparecida Bovério^{III}
 Antônio Carlos Muniz Ventura Júnior^{IV}

Área: Gestão da Manutenção e Processos Industriais (GEMAPI)

Subárea: Processos de Fabricação

RESUMO

Esse artigo apresenta a melhoria na produção de peças estampadas dos tipos Chevrons (Formato "V") através da mudança no processo de corte e estampagem. Tal ganho na produção ocorreu através da redução de 5 dos 7 tópicos principais de desperdícios da Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*). Foi estabelecido como tema-problema a questão "o que foi feito para aumentar a produção de peças estampadas do tipo Chevrons na indústria X?". O objetivo principal foi o de estudar, por meio da pesquisa bibliográfica e de um estudo de caso, como era realizado todo o processo produção de Chevrons anteriormente e como foi reduzido o tempo de produção deles na indústria X. O setor pesquisado foi a usinagem/mecânica industrial. Os principais resultados indicam que a indústria pesquisada possuía várias etapas de produção para a fabricação dos Chevrons, após a melhoria dos processos foi reduzido o tempo de fabricação dos Chevrons e consequentemente houve uma melhora em sua qualidade.

Palavras-chave: Deformação Plástica. Estampagem. Melhoria. Produtividade. Processo de Fabricação. Chevrons.

ABSTRACT

This paper presents the improvement in the production of stamped parts Chevrons ("V" format) through the change in the cutting and stamping process. This gain in production occurred through the reduction of 5 of the 7 main waste topics of Lean Manufacturing. The question "what has been done to increase the production of Chevrons type stamped parts in industry X?" was established as a problematic issue. The main objective was to study, by means of bibliographical research and a case study, how the whole Chevrons production process was

^I Estudante do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo (Fatec) de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: guilhermerith@gmail.com

^{II} Estudante do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo (Fatec) de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: kleber_sato@hotmail.com

^{III} Profa. Pós-Dra. da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo (Fatec) de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br

^{IV} Profa. Me. da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo (Fatec) de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: antonio.ventura@fatec.sp.gov.br



previously carried out and how their production time was reduced in industry X. The sector researched was machining/industrial mechanics. The main results indicate that the researched industry had several production stages for the manufacture of chevrons. After the improvement of the processes, the manufacturing time of chevrons was reduced and consequently there was an improvement in their quality.

Keywords: Plastic Deformation. Stamping. Improvement. Productivity. Manufacturing Process. Chevrons.

Data de submissão do artigo: 24/05/2023.

Data de aprovação do artigo: 01/08/2023.

DOI: 10.33635/sitefa.v1i1.249

1 INTRODUÇÃO

O Chevron trata-se de uma estampa com forma gráfica V, uma ao lado da outra, é o famoso zigue zague. O tema foi escolhido considerando-se a importância da melhoria nos processos de fabricações que pode impactar diretamente a qualidade do produto e de seus custos. Outro fator importante que determinou a escolha do tema é a possibilidade de economia de mão de obra, tempo e evitar as perdas de materiais.

O tema-problema escolhido foi a questão “o que foi feito para aumentar a produção de peças estampadas tipo Chevrons na indústria X?”.

O objetivo principal foi o de estudar, por meio da pesquisa bibliográfica e de um estudo de caso, como era realizado todo o processo produção de Chevrons anteriormente e como foi reduzido o tempo de produção deles na indústria X.

2 DEFORMAÇÕES PLÁSTICAS

Os processos de conformação mecânica alteram a geometria do material metálico para outra forma definida, esses processos modificam a forma do material através da aplicação de tensões externas com ou sem aplicação de temperaturas. Tensões abaixo ao limite de resistência à ruptura do material são aplicadas em corpos metálicos para que seja alterado a geometria de um material metálico, esse regime de trabalho é denominado conformação plástica (BRESCIANI FILHO, 2011).

2.1 Cisalhamento

O cisalhamento ocorre quando uma punção de corte faz seu movimento contra uma matriz, causando a separação do material cortado. A principal função do cisalhamento é separar o material através do corte do mesmo (SOUZA, 2001).

Criado e desenvolvido na década de 80 o corte mecânico ou *fineblanking* (corte por guilhotina ou estampo), o material metálico sofre a ação de pressão de uma navalha de corte ou lâmina de corte. Este corte tem grande precisão e qualidade em suas bordas (MORAIS; BORGES, 2013).

No corte por cisalhamento há a separação por fratura, em que duas ferramentas de arestas cortantes (matriz e punção) promovem trincas nas extremidades o material metálico até



se encontrarem ou não, assim completando o processo de corte por cisalhamento (MARCONDES, 2008).

2.2 Estampagem

A capacidade de o material metálico poder ser processado por deformação plástica sem que ele apresente fraturas ou defeitos é chamada de conformabilidade plástica. Este processo está ligado diretamente ao processo de conformação, onde a qualidade do material acabado melhora se for determinado a capacidade conformação. Esta característica de conformação tem sido desenvolvida através do estudo da estampabilidade, ou seja, a capacidade de o material metálico poder ser conformado através do processo de estampagem (BRESCIANI FILHO, 2011).

A estampagem é um processo muito econômico, eficiente e preciso. Este processo pode utilizar prensas de vários tipos e tamanhos, além dos mais variados estampos e ferramentas. A estampagem muito importante na produção de peças seriadas, onde elas podem ser das mais simples até as mais complexas (SILVEIRA; SCHAEFFER, 2008).

2.3 Prensas

Os equipamentos utilizados na conformação e corte de diferentes tipos de materiais são conhecidos como Prensas. O movimento do martelo pode ser hidráulico ou mecânico. A força constante em todos os pontos do martelo é uma característica das prensas hidráulicas, onde geralmente o corpo é em forma “H”, obtendo duas ou quatro colunas (LUCIANO *et al.*, 2020)

3 MELHORIA DE PROCESSOS

A análise enxuta fundamenta-se em executar de forma correta os procedimentos de trabalho, sempre buscando uma forma simples e cada vez melhor, eliminando os desperdícios em cada etapa, melhorando o processo (DAS NEVES BALAN; COTRIM, 2015).

Lean Manufacturing busca demonstrar de forma constante, a melhoria nos processos produtivos, conduzindo da melhor forma, as práticas que criam valor, considerando o conjunto inteiro das atividades de fabricação de determinado produto, sistemas e gestão em empresas. (OLIVEIRA, 2021).

3.1 Produção Enxuta

O modelo de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) surgiu no Japão após a 2ª guerra, devido à crise que o país passou, o Japão necessitou de mudanças para superar essa grande crise. (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018).

Os engenheiros Eiji Toyoda e Taiichi Ohno iniciaram a Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) no Japão em 1950. Após uma visita à Ford nos Estados Unidos, analisaram o sistema próprio que eles utilizavam, e concluíram que era inviável tentar copiar ou melhorar. Criou-se a partir daí o Sistema de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*), conhecido popularmente como Sistema Toyota de Produção (LUCIANO *et al.*, 2020).

Diferente dos modelos que as indústrias americanas utilizavam, o modelo de produção enxuta (*Lean Manufacturing*) de Taiichi Ohno tinha como base o modelo de produção de Henri



Ford, mas aprimorando o mesmo devido à escassez de matéria prima no Japão (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018).

Segundo Ohno (1997), ao passo que antecede a aplicação do Sistema da produção enxuta é identificar e eliminar os desperdícios: produzir a mais que o necessário; A espera de funcionários por um determinado equipamento, para poder finalizar o processo produtivo; transporte desnecessário de produtos; procedimentos de trabalho desnecessários; O estoque à espera de consumo; movimentação de pessoas sem necessidade; produção de produtos defeituosos (LUCIANO *et al.*, 2020)

O modelo de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) prioriza a eliminação de desperdícios, focando na produção de lotes menores, redução dos *leads times* e *setups*, além da redução de matérias primas entre outros (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018).

O *Just In Time* (JIT) foi desenvolvido para eliminar desperdícios. O JIT significa produzir o produto no tempo certo e na quantidade ideal. Implementando o JIT, a organização pode alcançar o estoque zero, eliminando-se gastos desnecessários (LUCIANO *et al.*, 2020).

O modelo de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*), foca na eliminação de desperdícios, melhoria contínua, *Just In Time* (JIT), mudança do sistema empurrado (*Push*) para o sistema puxado (*Pull*) entre outros. Utilizando essas melhores práticas é possível eliminar os desperdícios e criar valor (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018).

3.2 Perdas e desperdícios

Perdas e desperdícios são atividades que podem ser eliminadas, pois não acarretará nenhuma perda de desempenho para a empresa. São atividades que não agregam valor, gerando custos, recursos e tempos desnecessários. (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018)

Para se obter aumento da eficiência e reduzir os custos, temos de utilizar o mínimo de mão de obra possível para produzir somente o que necessário (DAS NEVES BALAN; COTRIM, 2015).

Com base na filosofia da produção enxuta são classificados 7 tipos de desperdícios:

3.2.1 Excesso de produção

Muito comum nas empresas o excesso de produção acarreta o aumento do custo de uma empresa, pois não atendem a nenhuma necessidade do cliente. Esse excesso gera desperdícios como aumento da área de estoque, aumento da energia, aumento da movimentação e transporte, entre outros. Além de esconder desperdícios não relacionados com o excesso de produção (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018).

Deve ser implantado um trabalho programado e uniformizado com fluxo contínuo, produção puxada, postos de trabalhos balanceados e *Setups* rápidos para reduzir este tipo de desperdício (GUIMARÃES *et al.*, 2011).

3.2.2 Espera (tempo sem trabalho)

Tempo sem trabalho ou espera ocorre quando processos ficam parados devido à falta de informações ou materiais. Esse desperdício ocorre também devido a *layouts* mal projetados, acidentes, defeitos de qualidade e entre outros. A perda deste tempo diminui a eficiência da linha de produção e a perda de oportunidades (OLIVEIRA, 2021).



Também é importante frisar que o tempo não é recuperável e é limitado. Não balanceamentos de linhas de produções ou processos ajudam a aumentar esse desperdício (GUIMARÃES *et al*, 2011).

3.2.3 Transporte

O principal indicador do desperdício por transporte é um layout mal projetado, ou ausência de uma otimização dele. Essa movimentação desnecessária de materiais, produtos, informações e entre outros aumentam os tempos e custos da produção (OLIVEIRA, 2021).

Para eliminar os tempos e custos de transporte é importante focar na reorganização e reestruturação do *layout*, para assim eliminar as movimentações desnecessárias e reduzir essas movimentações ao mínimo possível. É possível alcançar tais reduções com a aplicação do Estudo de Tempos e Movimentos (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018)

3.2.4 Superprocessamento

Esse desperdício corresponde a falta de padrões, acabamentos e inspeções desnecessárias. É importante eliminar processos desnecessários, que não agregam valor (OLIVEIRA, 2021).

Metodologias como análise de valor devem ser aplicadas para eliminar processos desnecessários, assim reduzindo o número de operações e simplificando a linha de produção. Por ser muito difícil de enxergar e localizar esse desperdício, o ideal seria verificar se é possível remodelar o produto mantendo as características originais como qualidade e funcionalidade, para aí sim tentar melhorar os processos de fabricações com novas ferramentas e tecnologias (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018).

3.2.5 Excesso de estoque

A produção excessiva para gerar estoques está diretamente relacionada com os gargalos e estrangulamentos dos processos de produção, além de indicar problemas com a qualidade da peça produzida, balanceamentos produtivos incorretos e layouts mal projetados (GUIMARÃES *et al*, 2011).

Este desperdício afeta diretamente a parte financeira da empresa, pois o dinheiro que está parado poderia estar sendo aplicado em outros investimentos. Dois fatores que colaboram para esses desperdícios são a falta de comunicação entre os departamentos e a falta de desenvolvimento de melhores fornecedores (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018).

3.2.6 Movimentação

São todos os movimentos que não agregam valor à produção, ou seja, movimentos inúteis ao processo. Ações com procurar, agachar, trocar de mão e entre outros são consideradas como desperdício (OLIVEIRA; MENDES; COSTA, 2018).

Um colaborador pode estar realizando uma tarefa que não esteja agregando valor, ou seja, a simplificação desta tarefa é a principal forma de reduzir esse desperdício (DAS NEVES BALAN; COTRIM, 2015)



3.2.7 Defeitos

Defeitos ou reprocessamentos são indesejados em qualquer fase do processo produtivo ou do produto. Todo reprocessamento ajuda no desperdício de recursos e tempo. É importante identificar a origem desses defeitos ou reprocessamentos para que seja possível eliminar esses desperdícios (GUIMARÃES *et al*, 2011).

Geralmente os desperdícios da não qualidade são bastante impactantes, por isso é importante identificar suas causas e reduzi-los (DAS NEVES BALAN, 2015)

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esse trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica e estudo de caso, compreendendo que é uma estratégia de pesquisa que analisa um fenômeno atual em seu contexto real e as variáveis que o influenciam (PRODANOV; FREITAS, 2013). Nesse caso, trata-se de um estudo intensivo que permitiu examinar a melhoria na produção de peças estampadas tipo chevrons em uma empresa denominada X.

4.1 Métodos

Para realizar essa pesquisa que apresenta a melhoria na produção de peças estampadas tipo chevrons foi elaborado um levantamento de informações junto aos departamentos da indústria junto com a engenharia do produto. Tal mudança no processo de fabricação partiu devido a necessidade de ajustar a qualidade das peças estampadas, pois elas estavam apresentando não conformidades na montagem final. Assim, esse artigo abordou a melhoria do processo de fabricação das peças estampadas. Especificamente no ganho de produção, em que foi reduzido o tempo de fabricação devido a eliminação de desperdícios como:

- Espera;
- Transporte;
- Superprocessamento;
- Movimentação;
- Defeitos.

4.1.1 Fabricação dos chevrons antes da melhoria

Para realizar essa pesquisa que apresenta a melhoria na produção de peças estampadas tipo chevrons foi elaborado um levantamento de informações junto aos departamentos da indústria junto com a engenharia do produto. Tal mudança no processo de fabricação partiu devido a necessidade de ajustar a qualidade das peças estampadas, pois elas estavam apresentando não conformidades.

O material utilizado:

- Chapa lisa SAE 1008, espessura 0,75 mm, comprimento 3.000 mm e largura 1.500 mm.



Fotografia 1 - Chapa cortada antes para terceirização



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

O processo anterior da fabricação dos chevrons era feito em três etapas:

1ª Etapa:

- Era feito a compra das chapas que chegava na empresa, o setor de expedição separava a quantidade necessária para suprir a necessidade das ordens de serviço, solicitada pelo setor de planejamento e controle da produção (P.C.P), depois de fazer essa separação das chapas enviava-se para uma empresa terceirizada que executava o corte das chapas na medida solicitada, esse corte era por cisalhamento em guilhotina. Depois de pronto esse material retornava para empresa, que encaminhava para setor de usinagem onde estão as prensas hidráulicas, para iniciar a estampagem que é a 2º etapa do processo.

Fotografia 2 - Chapas depois de cortadas da empresa terceirizada



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

2ª Etapa:

- Era feita a estampagem das chapas na primeira matriz, conhecido comumente na empresa X como estampagem das “Birruginhas”.



Fotografia 3 - Primeira matriz



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

Fotografia 4 - Primeira matriz fechada



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

Fotografia 5 - Parte de cima da chapa depois de estampada



Fonte: fotografada pelos autores (2022)



Fotografia 6 - Parte de baixo da chapa depois de estampada



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

3ª Etapa

- É retirada a primeira matriz para colocar a segunda matriz e fazer estampagem final da chapa, fechando o ciclo de estampagem dos Chevrons.

Fotografia 7 - Segunda matriz com a parte de cima e parte de baixo para e estampagem final dos chevrons



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

Fotografia 8 - Chevron finalizado (modelo antigo) – Imagem 01



Fonte: fotografada pelos autores (2022)



5 RESULTADOS E DISCUSSÃO: fabricação dos chevrons atualmente

Visando o espaçamento entre os chevrons com qualidade e otimização do processo de fabricação, foi desenvolvido o projeto de uma nova matriz, pois o processo anterior utilizava duas matrizes para estampar. Com auxílio da equipe de chão de fábrica e engenharia, analisaram-se possíveis melhorias fazendo alguns testes, até chegarem a uma decisão final sobre uma nova matriz. No novo projeto criou-se uma única matriz que estampa em apenas uma prensagem o Chevron completo (com as birruquinhas e os picos, ou perfil “V”).

Fotografia 9 - Prensa hidráulica oito toneladas com matriz única de estampagem



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

Fotografia 10 - Chevrons finalizados em uma única estampagem



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

Com esse novo projeto da matriz única do Chevron, melhorou-se a qualidade e concluiu-se o objetivo de aumentar a distância entre os chevrons, consequentemente diminuindo o tempo de fabricação, impactando de forma positiva na produtividade.

Outra mudança bem significativa foi à substituição das chapas SAE 1008, por barra chata laminada SAE 1008 com espessura de 0,75, fornecida em rolos (bobinas), mantendo a largura padrão para chevrons. Com essa mudança do material vindo em bobinas, facilitou o corte das chapas em uma guilhotina adaptada, que corta em média 30 peças por minuto na indústria x, não havendo mais a necessidade de terceirizar o serviço de corte das chapas.



Fotografia 11 - Barra chata laminada fornecida em rolos (bobinas)



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

Fotografia 12 - Dispositivo para desenrolar a bobina



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

Fotografia 13 - Guilhotina adaptada com ferramenta de corte por cisalhamento



Fonte: fotografada pelos autores (2022)

6 CONCLUSÃO

Através deste trabalho, conclui-se que o estudo realizado é de extrema importância, pois houve impactos positivos no processo de fabricação com otimização das atividades de produção em relação aos objetivos que a organização conseguiu atingir.



Houve alterações no *setup*, em máquinas, nas matrizes de corte e estampagem, no superprocessamento, na movimentação, no transporte, na entrega, na gestão dos materiais e defeitos que existiam. De 5 dos 7 tópicos principais de desperdícios da Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*), foi constatado o aumento na produtividade com redução do tempo de ciclo no processo de fabricação dos chevrons, eliminando etapas de fabricação como movimentação dos operadores e transportes desnecessários, impactando de forma positiva na melhoria no produto final, por meio das sugestões de melhorias, mantendo organizado e limpo o local de trabalho, reduzindo assim os custos com mão-de-obra direta na organização.

Com essas melhorias obtidas e com redução de perdas e desperdícios, a empresa conseguiu economizar em seu produto em 25% em relação aos processos anteriores, transformando a organização mais competitiva ao mercado, além da diminuição do tempo de entrega, cumprindo então o cronograma com os prazos estabelecidos com os clientes.

REFERÊNCIAS

BRESCIANI FILHO, Ettore *et al.* **Conformação plástica dos metais**. Ed. da Unicamp, 1997. Disponível em:

<http://joinville.ifsc.edu.br/~emerson.oliveira/Processo%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o/Noturno/CONFORMACAO%20PLASTICA%20DOS%20METAIS.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

DAS NEVES BALAN, Paula; COTRIM, Syntia Lemos. Implantação de Ferramentas Lean Manufacturing em uma Empresa no Setor Metal Mecânico. **Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP**, v. 11, n. 1, 2016. Disponível em:

http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/article/view/40. Acesso em: 16 out. 2022.

GUIMARÃES, Pedro Adriano Araújo *et al.* **Lean manufacturing: otimização da produção numa célula de estampagem na ColepCCL**. 2011. Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61652/1/000148885.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

LUCIANO, Érik Leonel *et al.* **Otimização de Processos de Estampagem em Prensas por meio do Balanceamento de Linha numa empresa do Setor Automotivo**. 2020. Disponível em:

<http://www.pos.cps.sp.gov.br/files/artigo/file/1152/a4cbbac188890c2496d7bb73d2db4671.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

MARCONDES, Paulo Victor Prestes. Manufatura de chapas metálicas-corte. **Ferramental. ano IV**, n. 20, p. 15-20, 2008. Disponível em:

<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EMEC7005/Artigos/seminarios/Irene/04-07-22%20Corte.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

MORAIS, Willy Ank de; BORGES, Herbert Christian. Adequações nas práticas dos novos processos de corte e dobra para otimizar o desempenho de aços planos. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, v. 7, n. 1-2, p. 54-60, 2013. Disponível em:

<https://tecnologiammm.com.br/journal/tmm/article/doi/10.4322/tmm.00701010>. Acesso em: 16 out. 2022.



OLIVEIRA, Fernanda dos Santos; MENDES, Luiz David dos Santos; COSTA, Ricardo Alves. Implantação do sistema de produção enxuta em uma indústria de autopeças utilizando a metodologia lean manufacturing. **Anais do X SIMPROD**, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/10433>. Acesso em: 16 out. 2022.

OLIVEIRA, Fernando Leão de. **Técnicas de redução de desperdício da Lean Manufacturing aplicadas a indústria 4.0**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.unisagrado.edu.br/handle/handle/235>. Acesso em: 16 out. 2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SILVEIRA, Fabrício Dreher; SCHAEFFER, Lírio. **Diretrizes para projeto de ferramenta de estampagem Parte I**. 2008. Disponível em: <https://www.cbcm-metalforming.com/publicacoes/2008/Diretrizesparte1.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

SOUZA, Joao Henrique Correa de. **Estudo do processo de corte de chapas por cisalhamento**. 2001. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2977>. Acesso em: 16 out. 2022.