

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i9.1982>

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS E PARÂMETROS DE QUALIDADE DE UM PROCESSO

PRODUTIVO ANTES E APÓS SUA ALTERAÇÃO

COMPARATIVE ANALYSIS OF COSTS AND QUALITY PARAMETERS OF SUCH A PRODUCTIVE PROCESS BEFORE AND AFTER ITS ALTERATION

Fernando André Felipetto

Camila Cândida Compagnoni dos Reis

RESUMO

Este artigo faz uma análise comparativa dos custos e parâmetros de qualidade de um processo produtivo antes e após sua alteração. A empresa objeto do estudo é uma montadora de ônibus, fica localizada no município de Cascavel, região Oeste do estado do Paraná. Vale destacar, que o estudo dos custos é primordial para que uma empresa se mantenha atuante no mercado de forma competitiva. Analisar os processos com base em dados concretos, como custos envolvidos e recursos utilizados, torna o processo de tomada de decisões mais assertivo e preciso. A coleta de dados foi feita por meio do mapeamento dos processos e levantamento dos custos envolvidos. Com base nos dados coletados, foi realizada a comparação dos processos por meio de cálculos e equações matemáticas. Calculou-se, para ambos os cenários, o impacto dos desperdícios, os custos dos processos e indicadores usados como base para avaliar se o investimento na mudança realizada foi rentável para a empresa. Com o resultado dessa pesquisa, foi possível constatar que por mais que a empresa tenha optado pela mudança de processo sem tomar como base um estudo prévio de viabilidade econômica, a mudança de processo foi uma boa escolha. Entretanto, é de suma importância que análises como essa sejam feitas antes da decisão de alteração de processos, deixando para trás a cultura de tomada de decisão com base apenas na experiência dos colaboradores

Palavras-chave: Custos; Análise; Processo; Mudança; Qualidade.

ABSTRACT

This article makes a comparative analysis of the costs and quality parameters of a production process after its alteration. The company object of the study is a bus assembler, located in the municipality of Cascavel, western region of the state of Paraná. It is worth specializing, that the study of costs is essential for a company to remain active in the market in an integrated way. Analyzing the processes based on concrete data, such as the process involved and the resources, makes decision-making more assertive and accurate. Data collection was done through the mapping of the processes carried out from the cost and cost data. Based on the calculated data, it was performed halfway through the processes and graphical data. For both scenarios, the impact of the processes and costs of the processes are calculated and used as a basis to assess whether the investment made in change was profitable in the company. With the result of this research, it was possible to verify that more than one company opted for the change of process without being based on a previous study of economic viability, a change of process was a good choice. However, it is of paramount importance that the analysis of studies is done before the decision of process analysis, behind the decision-making research with employees only on experience.

Keywords: Costs; Analysis; Process; Change; Quality.

INTRODUÇÃO

Diante do panorama de competitividade no qual as empresas fazem parte, frente às transformações dos sistemas de produção e a crescente inserção de novas tecnologias, as organizações têm de estar prontas para responder de modo rápido as necessidades de seu mercado consumidor, que está cada vez mais exigente (CARARETO et al., 2006). Oliveira et al (2019) explicam que para que as empresas permaneçam atuando de forma competitiva diante da grande concorrência existente devem fazer uma boa gestão de seus custos, desse modo podem conseguir alguma vantagem em relação aos concorrentes que não estão preparados. Sendo assim, fica claro a importância do controle dos custos de produção para as organizações, pois esse controle é uma importante ferramenta de auxílio à tomada de decisão gerencial, e contribui para que as empresas obtenham lucros e atinjam os objetivos delineados anteriormente (CARARETO et al., 2006).

Outro fator importante diz respeito ao papel da qualidade dentro das empresas, que atualmente exerce uma função muito importante na busca de vantagem competitiva, se baseando em um modelo de gerenciamento que visa a eficiência e eficácia (MARSHALL JUNIOR et al, 2010). Produtos de boa qualidade geram resultados financeiros positivos, tornando a empresa competitiva diante da concorrência, visto que, por possuírem qualidade são vendidos mais facilmente (DeFEO; JURAN, 2015).

O conceito de qualidade já é conhecido há muito tempo, e passou a ocupar uma função gerencial, interagindo diretamente com outras áreas nas empresas (MARSHALL JUNIOR et al, 2010). Além do custo associado a produzir com qualidade, com ações de inspeção e controle de processo, por exemplo, a não qualidade também impacta nos custos. Ou seja, os desperdícios implicam em descarte ou reprocessamento, e podem impactar na lucratividade das empresas e até mesmo, no sucesso em alcançar maiores níveis de competitividade. Portanto, conhecer esses desperdícios e os custos envolvidos é de suma importância para a saúde financeira das organizações.

Nesse contexto, o presente trabalho, tem por objetivo realizar uma comparação de custos e parâmetros de qualidade de um processo produtivo antes e após sua alteração. Essa comparação será feita para os processos envolvidos na fabricação de um componente utilizado na montagem de poltronas modelo rodoviária.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo é segmentado em três partes. Primeiro se aborda assuntos relacionados a análise e gerenciamento de processos. Na sequência análise de custos. Por fim, é apresentada uma breve explicação dos processos de fabricação existentes no estudo em questão.

1.1 Análise e gerenciamento de processos

Para melhor entendimento de como funciona o processo produtivo é necessário entender que a produção advém de um conjunto de processos e operações, a mudança da matéria prima para uma peça acabada é denominada de processo, e para que este ocorra são realizadas várias operações (SHINGO, 1996). Na visão de Ritzman e Krajewski (2004) um processo ocorre por meio da realização

de uma tarefa ou da soma de várias tarefas que utilizam uma ou várias matérias primas, modificando-as e agregando valor, originando produtos ou serviços para seus consumidores.

É possível identificar possibilidades de melhorias ao realizar o mapeamento das atividades desenvolvidas, dado que esse mapeamento permite que se obtenha um conhecimento mais aprofundado e detalhado do processo (SALGADO et al., 2013). Mapear um processo consiste em observar um processo durante o tempo que ele é efetuado, essa observação abrange atividades como executar anotações, realizar perguntas, tirar fotografias e gravar o processo (ROCHA; BARRETO; AFFONSO, 2017). O mapeamento de processos é visto como uma ferramenta de gestão que possui como principal objetivo conhecer um determinado grupo de atividades e detalhá-las por meio de uso de recursos gráficos ou de forma subjetiva de modo que permita a visualização e entendimento da realização de cada atividade desenvolvida (WILDAUER; WILDAUER, 2015). Pode-se dizer que o mapeamento de processos serve como marco inicial para a implantação de diversas melhorias de processo (JUNIOR, 2016).

Entre as ferramentas utilizadas para a representação das etapas de um processo, pode-se empregar o fluxograma, que através da utilização de símbolos gráficos, possibilita que seja realizada a análise e identificação de prováveis melhorias no processo produtivo por parte dos gestores (PEINADO; GRAEML, 2007). Geralmente, as fases de um fluxograma são reproduzidas utilizando caixas com formas determinadas, entre elas retângulos, quadrados, círculos e losangos, sendo que a ligação dessas caixas é feita por meio da utilização de setas e linhas (JUNIOR, 2016).

Para analisar as causas de determinado problema no processo, pode-se empregar o Diagrama de Ishikawa. Segundo Ramos, Almeida e Araújo (2013, p. 11) “o resultado de qualquer processo na natureza pode ser atribuído a um conjunto de fatores”, dessa forma, uma ligação de causa e efeito pode ser identificada entre ambos. Na aplicação dessa ferramenta, utiliza-se a técnica dos seis Ms: mão de obra, medidas, métodos, materiais, meio ambiente e máquinas, com isso é possível detectar e examinar quais os fatores que cooperaram para que o problema ocorra (SOUZA, 2018).

A implementação de melhorias incorpora os processos de gestão de operações. Por sua vez, a gestão das operações e processos é capaz de alavancar ou levar a falência uma organização (SLACK et al, 2013). Um ponto fundamental no desenvolvimento de processos é escolher como será fabricado o produto ou como o serviço será prestado, essa escolha abrange inúmeras possibilidades de combinações de recursos, máquinas e matérias primas (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004). Para Slack et al (2013, p. 29) “quando são bem gerenciados, os processos e as operações podem contribuir para o impacto estratégico do negócio de quatro formas: custo, receita, investimento e capacidade”. Quando os gestores tomam decisões envolvendo processos seu foco deve ser voltado aos objetivos estratégicos da organização, como qualidade, flexibilidade, tempo e custo (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004). Portanto, se feita de forma adequada, a gestão de operações e processos pode conferir as capacidades necessárias para formar uma base sólida e manter a empresa competitiva no mercado (SLACK et al, 2013).

Se, conforme destacado por Slack, a gestão de processos se relaciona diretamente com os custos envolvidos no processo, os estudos de alterações e melhorias de

processos devem ser analisados também perante o seu impacto nos custos. Diante do exposto, é possível perceber que um fator determinante para o processo de tomada de decisão nas empresas envolve o estudo dos custos, pois dessa forma é possível obter dados mais precisos e dessa forma garantir que a organização obtenha resultados positivos (ALVES et al, 2018). Assim, na sequência são apresentados os principais conceitos e ideias que permeiam essa temática.

1.2 Análise de custos

A fim de obter um melhor controle do processo produtivo, aliado a gestão da produção, é realizado o controle dos custos de produção. Por mais que essa avaliação seja feita separadamente nas organizações, essa união pode ser vantajosa para a empresa, pois pode propiciar melhorias e tornar a empresa mais competitiva no seu ramo de atuação (JUNIOR, 2014).

Muitas organizações encontram dificuldades na hora de identificar seus custos de forma adequada, levando em consideração que estes têm de ser alocados adequadamente em relação ao produto ou serviço oferecido (ANTONI, 2017). Souza et al (2006) reforçam a importância de se ter um método adequado para constituição do custo fabril e do valor de venda, tendo em vista que, este pode fornecer dados confiáveis aos administradores, que por sua vez, podem criar um modelo de controle e daí surgir diversas melhorias que poderão ser implantadas na empresa.

Antes de tudo, é de suma importância o entendimento do significado do termo “custo”, este pode ser definido como um valor despendido pela empresa para aquisição de recursos utilizados na fabricação de produtos ou prestação de serviços (ALVES et al, 2018). Ainda, pode-se considerar o custo como um valor investido em insumos e que serão utilizados na indústria para a produção de componentes posteriormente, um exemplo é o material utilizado, que fica estocado até de fato ser consumido e considerado como parte integrante do bem produzido e de seu respectivo custo (SILVA; LINS, 2010).

A formação dos custos de produção pode ser feita pela soma do valor gasto com matéria prima (MP), mão de obra direta (MOD) e com os custos indiretos de fabricação (CIF) (SILVA; LINS, 2010).. Entre estes, os mais difíceis de identificar são os custos indiretos, geralmente se faz necessário a utilização de algum método de custeio (JUNIOR, 2014). O método de custeio a ser utilizado dependerá diretamente das metas traçadas pela organização. Megliorini (2007, p. 2) classifica os métodos de custeio em “custeio por absorção, custeio pleno, custeio variável e custeio ABC”.

Para verificar a viabilidade de um projeto, geralmente realiza-se o cálculo de alguns indicadores financeiros, entre eles: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback (PB) e Payback Descontado (PBD) (REIS, 2017). O VPL é considerado, segundo Pereira, Costa e Costa (2010, p. 315) como “a soma aritmética de todas as entradas e saídas de caixa projetadas descontadas (trazidas), cada uma delas pelo custo de capital da empresa (também chamado de taxa mínima de atratividade), para uma mesma data de origem (convencionada como sendo a data zero)”, sendo considerada uma técnica bastante robusta para análises de investimento.

A TIR é uma taxa de desconto capaz de tornar nulo o VPL de um fluxo de caixa (PUCCINI, 2016), em outras palavras, torna o VPL igual a zero (PEREIRA; COSTA; COSTA, 2010). Samanez

(2009) relata que a TIR tem como objetivo achar uma taxa intrínseca de rendimento. Também pode ser considerada como a taxa que faz a medição da rentabilidade de um valor investido ao longo de um determinado período de tempo, se o valor calculado for superior a TMA pode-se dizer que o investimento merece atenção (MOTTA; CALÔBA, 2009).

O Payback consiste em um método utilizado para determinar quanto tempo é necessário para que a empresa consiga recuperar o valor investido inicialmente em algum projeto, tomando como base valores de entrada de caixa (ALVES et al, 2018). Para se obter um resultado mais próximo do real, o ideal é considerar o valor do dinheiro no tempo, dessa forma, comumente utiliza-se o Payback Descontado (PBD) (REIS, 2017). O método do PBD permite que sejam incluídos valores de fluxo de caixa de períodos futuros, atualizando o valor futuro para a data atual se baseando em uma taxa mínima de atratividade (TMA) (SILVA, 2018). A TMA, conforme afirma Puccini (2016, p.162) “é o custo de capital da empresa ou ainda o retorno médio obtido pela empresa em suas atividades”, sendo considerada como uma das principais referências para se avaliar projetos. É possível confrontá-la com a taxa SELIC, pois se o valor investido trazer um retorno maior que a SELIC, o investimento é atraente (SILVA, 2018).

Para o levantamento e análise de dados relacionados aos custos é possível utilizar planilhas eletrônicas, visto que são ferramentas capazes de se adaptar conforme o desejo do usuário, podendo ser salvas e usadas novamente sempre que necessário (JUNIOR, 2014). Atualmente, um dos softwares mais utilizados para construção de planilhas eletrônicas é o Microsoft Excel®, seu uso oferece inúmeros benefícios para seus utilizadores como ganho de produtividade e redução de tempo de trabalho (SANTOS, 2016). O software apresenta as seguintes funcionalidades (JUNIOR, 2014):

- a) Importação de dados de outras planilhas e softwares;
- b) Automação de atividades complicadas;
- c) Possibilita a realização de análises estatísticas e financeiras.

Por fim, para que a análise realizada seja fácil de ser compreendida, são apresentados na sequência, de forma breve, os principais processos de fabricação envolvidos no processo de fabricação do componente.

1.3 Processos de fabricação

Na produção de peças metálicas utilizam-se métodos que têm em vista a obtenção dos componentes conforme características determinadas para o mesmo, como formato, medidas e aspecto visual, além de garantir que este tenha as propriedades necessárias para o seu bom funcionamento (KIMINAMI; CASTRO; OLIVEIRA, 2013). Alguns itens podem ser fabricados com apenas um tipo de material e em apenas alguns processos, assim como, pode ser que um produto seja fabricado a partir de diversas matérias primas, diversos componentes e envolva muitos processos de fabricação.

O corte laser é usado para uma grande diversidade de processos nas indústrias, entre eles, tratamento térmico, medições, corte e furação (GROOVER, 2014). A palavra é derivada do acrônimo composto pelas letras que iniciam as expressões “Light amplification by stimulated emission of radiation”, que em português quer dizer: amplificação da luz por emissão estimulada da radiação”

(TELECURSO, 2000, AULA 62). Segundo Lira (2017), é possível cortar chapas de aço-carbono de até 20mm de grossura.

O processo de dobra de chapas metálicas consiste na alteração da forma do material em volta de um eixo reto. No decorrer do processo de dobra, a parte interna do plano neutro do material sofre uma compressão, ao passo que, a parte externa está sendo tracionada. O processo de dobra promove uma deformação plástica no metal, o que significa que, após a retirada das forças atuantes o material não retorna a sua forma inicial. Este processo praticamente não altera a espessura do material dobrado (GROOVER, 2014).

Oliveira (2011) menciona que o corte é um dos processos mais empregados na fabricação de componentes metálicos. É muito usado na indústria de conformação de chapas, e aliado a outros processos de conformação é possível obter diversos produtos a partir de uma chapa metálica. Por ser um método de produção mais barato é muito empregado em indústrias com alto volume de produção, mesmo existindo processos mais modernos como o corte a laser.

É muito comum nas empresas a busca por processos de fabricação que garantam a qualidade com custo reduzido, isso pode ser alcançado por meio de produção em série, para que isso seja possível são utilizados equipamentos e ferramentais especiais que são capazes de garantir a produção desejada dentro dos parâmetros especificados, e um dos processos mais utilizados é a estampagem de chapas (SILVEIRA; SCHAEFFER, 2008).

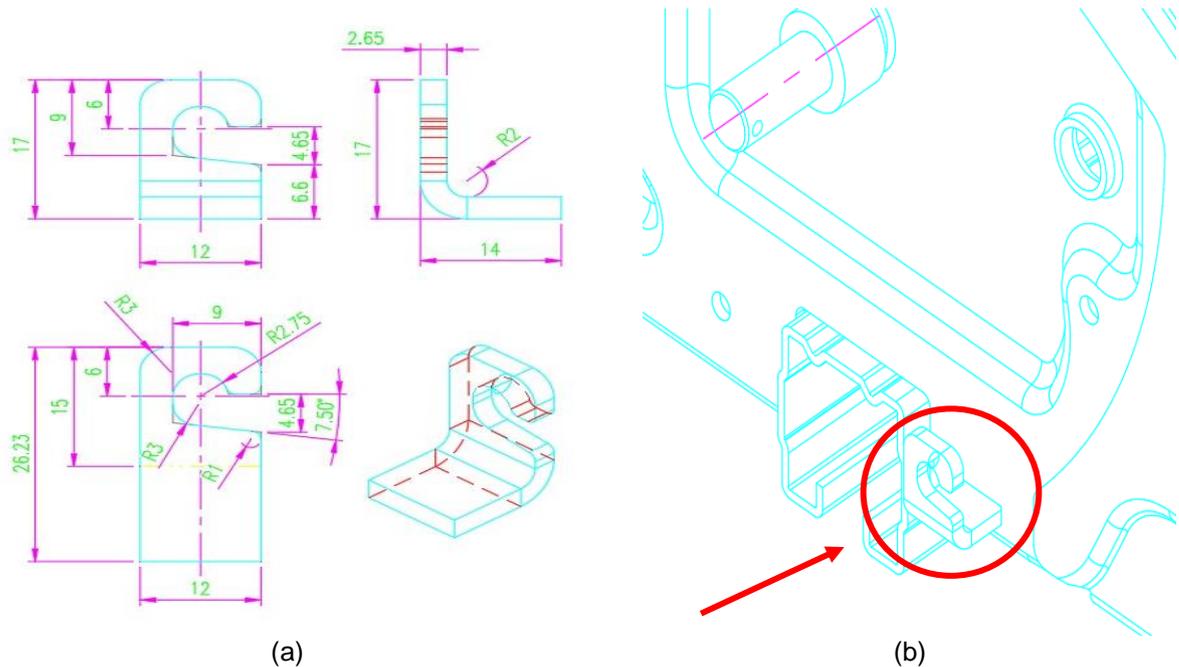
Lira (2017) aponta que tais operações podem ser feitas em uma única etapa ou através de uma ferramenta progressiva, que executa uma sequência de trabalhos. Para realizar o processo são cortadas tiras metálicas de acordo com as dimensões dos componentes que serão estampados. A parte cortada da tira com o formato que precisamos recebe o nome de peça, já o material que sobra recebe o nome de retalho. (TELECURSO, 2000, AULA 71).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de caso foi realizado em uma empresa do ramo metalúrgico, localizada no município de Cascavel-PR, onde os principais produtos comercializados pela empresa são ônibus. Atualmente a empresa conta com uma linha de 14 modelos diferentes, sendo eles: Rodoviários (Roma R6, Roma R4, Roma M4 e Ello), Urbanos (Gran Metro Articulado, Gran Via, Gran Midi e Gran Metro), Micros (Gran Micro S2, Gran Micro S3 e Gran Micro S4) e projetos especiais (Granmicro S2 Transporte Misto, Motorhome e Escolar). A delimitação do processo produtivo para desenvolvimento do estudo foi definida a partir de entrevistas e observação dos dados históricos referente ao processo de fabricação de um componente utilizado na montagem de poltronas modelo rodoviária, uma vez que o processo apresentava um alto índice de desperdício e problemas de qualidade.

A figura 1 (a) apresenta o detalhamento técnico do componente resultante do processo em estudo. Esse componente auxilia na fixação de uma mola utilizada para realizar o acionamento do mecanismo responsável pela reclinção da poltrona. A Figura 1 (b) demonstra o detalhamento de onde o componente é montado. A peça é produzida a partir do material ASTM-A-1011, grau SS 36, com as dimensões de 3000X1200X2,65mm.

Figura 1 – Informações do componente.



Fonte: O autor (2022).

2.1 Fase 1 – Análise do processo antes da alteração

Inicialmente foi feito o acompanhamento do processo do início ao fim antes da mudança ocorrer. Esse acompanhamento foi realizado em agosto de 2021 por meio de observação realizada in loco (setor de Fabricação A de componentes). O tamanho dos lotes produzidos durante este período foi de cerca de 1.000 peças. Após esse acompanhamento, na data de 28/09/2021 foi realizada a filmagem do processo para posterior análise detalhada do mesmo, a fim de poder entender e comparar com o novo processo proposto pela mudança.

Como já mencionado, o processo em questão se associava à problemas de qualidade da peça. Também se observava um desperdício considerável de material, em vista disso, mesmo que a decisão de mudança do processo já havia sido tomada, resolveu-se por realizar uma análise da(s) causa(s) raiz do problema de qualidade, a análise foi realizada por meio da elaboração do Diagrama de Ishikawa. Foram utilizados 6 M's para o diagrama, sendo eles: máquina; meio ambiente; material; mão de obra; medida e método.

2.2 Fase 2 – Análise do processo após a alteração

Em paralelo ao acompanhamento do processo antigo, foi realizado o projeto e a fabricação da ferramenta de estampo progressiva que passaria a ser utilizada no processo de fabricação do componente. Essa fase foi concluída no final do mês de setembro de 2021. Após a entrega da ferramenta e treinamento dos funcionários no processo atual, uma nova análise foi realizada. O novo processo também foi observado do início ao fim, o período de observação foi de um mês e ocorreu em outubro de 2021. Após esse acompanhamento, no dia 13/11/2021 foi realizada uma nova filmagem onde todas as atividades desenvolvidas pelos colaboradores foram registradas. A quantidade produzida durante a gravação também foi de cerca de 1.000 peças.

2.3 Fase 3 – Análise das informações

As gravações foram transferidas para um computador e por meio da visualização dos vídeos foi realizado o mapeamento dos processos a fim de facilitar o entendimento das etapas de produção do item, antes e depois da mudança. De posse desse mapeamento, foi possível levantar as informações necessárias para realizar o levantamento dos custos dos processos antigo e atual.

Foram considerados os custos com matéria prima (produtos mais retalhos), custo geral de cada processo (laser, dobradeira, guilhotina e prensa), já incluso valor com mão de obra. O tempo total de cada processo foi obtido por meio da análise das gravações.

Informações para o levantamento do custo com matéria prima foram extraídas do detalhamento técnico do item, onde consta o código interno de cadastro do material, e respectivamente da peça. De posse dessa informação foi solicitado ao setor de Controladoria o custo do material em questão. Para mensurar o tamanho da chapa utilizada no processo de corte a laser para a produção desse lote de 1.000 peças e conseqüentemente a quantidade total de material necessário foi solicitado ao setor de planejamento, programação e controle de produção (PPCP) o plano de corte gerado.

Os custos por hora de cada tipo de processo (laser, dobradeira, guilhotina e prensa) utilizados para a fabricação do item, tanto antes quanto depois da mudança, foram obtidos juntamente do setor de Engenharia de Processos.

De posse de todas essas informações, foi elaborada uma planilha eletrônica criada no software Microsoft Excel®. Por meio dessa planilha foi possível avaliar o custo total para produção do item, antes e depois da mudança, e assim comparar por meio de operações matemáticas (soma, subtração, divisão e multiplicação) se houve redução nos custos de fabricação do item e avaliar o impacto dessa mudança.

Por fim, foi realizado o cálculo do payback descontado (PBD), do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR) a fim de saber em quanto tempo o investimento realizado para a mudança de processo se pagaria. O valor total do investimento para a fabricação da ferramenta de estampo foi obtido com o setor responsável pelo projeto e execução da mesma.

Para o cálculo de payback descontado será utilizada a Equação 1 (SAMANEZ, 2009, p. 39). Para o cálculo do VPL a Equação 2 (SAMANEZ, 2009, p. 37) e para o valor de TIR a Equação 3 (SAMANEZ, 2009, p. 38) conforme apresentado na sequência.

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+k)^t} \quad (1)$$

Onde:

I é o investimento inicial;

Σ é o somatório, o mesmo indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n nos fluxos de caixa descontados ao período inicial;

T é o PBD;

FC é o fluxo de caixa no t-ésimo período; e

K é o custo de capital.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^{-t}} \quad (2)$$

Onde:

I é o investimento inicial;

Σ é o somatório, o mesmo indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n nos fluxos de caixa descontados ao período inicial;

FC é o fluxo de caixa no t-ésimo período; e

K é o custo de capital.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i^*)^t} = 0 \quad (3)$$

Sob o critério de decisão: se $i^* > K \rightarrow$ projeto economicamente viável, onde:

I é o investimento inicial;

Σ é o somatório, o mesmo indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n nos fluxos de caixa descontados ao período inicial;

FC é o fluxo de caixa no t-ésimo período;

i é a taxa de retorno ou TIR; e

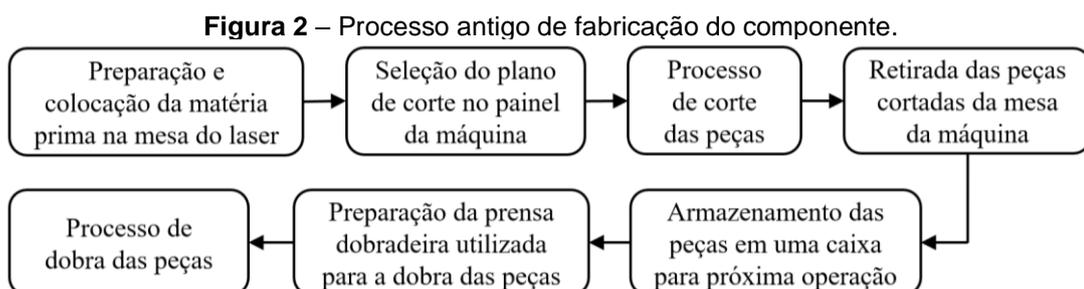
K é o custo de capital.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo é segmentado em três partes. Primeiro se apresenta os resultados da análise do processo antigo. Na sequência a análise do processo depois de alterado. Por fim, são apresentadas as discussões e comparações cabíveis do estudo realizado.

3.1 Análise do processo antigo

De posse das gravações dos processos (antigo e atual) foi realizado o mapeamento de ambos os processos. O mapeamento foi realizado por meio de observação das gravações. Foram elaborados fluxogramas das etapas de fabricação do item, tanto antes quanto depois da mudança. Na Figura 2 estão identificadas as etapas do processo antigo, antes da implementação da mudança.



Fonte: O autor (2022).

A duração total do processo antigo é de duas horas e dez minutos, desse tempo, cerca de quarenta e cinco minutos são utilizados para o processo de corte laser e o restante do tempo, uma hora e vinte e cinco minutos com o processo de dobra dos itens. No processo de corte laser todas as etapas são realizadas por somente um operador.

Quando se fala em peças cortadas em laser pode-se imaginar peças com um ótimo acabamento, tanto dimensional quanto superficial. Porém, não é o que acontecia no processo de fabricação do componente, a peça apresentava um aspecto visual bem inferior ao esperado, o acabamento das arestas cortadas dificultava o posicionamento dos itens para o processo de dobra, pois apresentava rebarbas. Ao entrevistar o analista de processos da área a respeito do processo de corte laser do item, ele informou que por se tratar de uma peça muito pequena, é necessário que no momento da programação sejam adicionadas micro juntas, a fim de evitar que as peças se separem da chapa no momento do corte e caiam sobre a mesa do laser. Porém, a utilização desse método torna o trabalho dos operadores mais difícil, no final do processo é necessário realizar a separação das peças da chapa, etapa essa que dura cerca de 10 minutos.

Quanto ao acabamento das peças, foi verificado que o problema ocorria quando o operador da máquina não realizava a regulagem adequada da lente que forma o raio laser, dessa forma, a máquina realiza o corte das peças sem foco, resultando em peças com uma qualidade ruim. Na Figura 3 (a) é apresentada uma peça com as características de qualidade relatadas anteriormente e na Figura 3 (b) a chapa com os itens a separar. Também, na Figura 3 (b), é possível verificar que algumas peças caem sobre a mesa do laser durante o processo mesmo com a utilização de micro juntas. O operador relatou que algumas dessas peças acabam não sendo recuperadas e ficam debaixo da máquina, sendo recolhidas somente quando é realizada a limpeza geral da máquina, assim, as mesmas acabam sendo destinadas para o tambor de resíduos metálicos.

Figura 3 – Peça fabricada no processo de corte laser.



Fonte: O autor (2022).

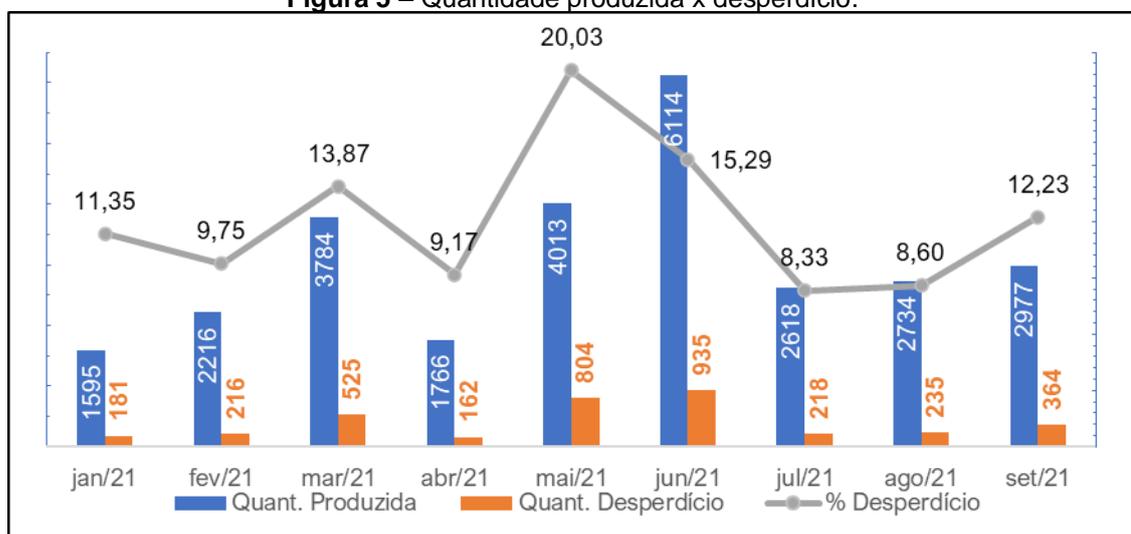
O processo de dobra também era realizado por somente um operador. As peças eram posicionadas para dobra em grupos de 8 a 10 unidades, de forma manual, não existindo um padrão. O item em questão não possui lado, contudo, por se tratar de uma operação manual, ao posicionar as peças para dobra, muitas vezes o operador acabava posicionando as peças invertidas, o que ocasionava em peças dobradas de forma errônea, impossibilitando seu uso. É possível contemplar esses apontamentos nas Figuras 4 (a) e 4 (b).

Figura 4 – Posicionamento das peças para dobra.

Fonte: O autor (2022).

Como mencionado anteriormente, é possível verificar pela Figura 4 (b) a presença de uma pequena saliência no canto inferior da peça, se trata da micro junta. Ainda, é possível verificar que para a dobra, as peças são posicionadas justamente com essa face voltada para o batente limitador de posicionamento, o que interfere diretamente no alinhamento da dobra do item.

Outra informação importante obtida com os setores de Qualidade e Fabricação foi o apontamento de um alto índice de desperdício. Esses dados relacionados ao desperdício são apresentados na Figura 5.

Figura 5 – Quantidade produzida x desperdício.

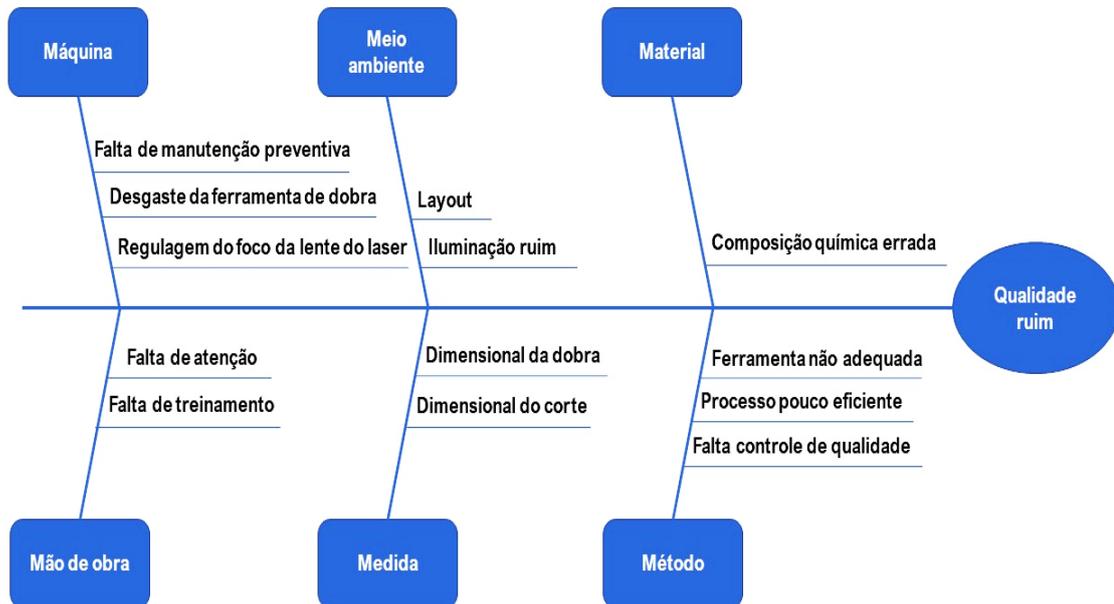
Fonte: O autor (2022).

A realização do Diagrama de Ishikawa permitiu confirmar a suspeita dos diversos problemas relacionados a má qualidade de fabricação do componente. Dessa forma, foi possível constatar que a principal causa da qualidade ruim dos componentes fabricados estava no processo de corte laser, pois este, impactava diretamente no processo de dobra. Na sequência, na Figura 6 é apresentado o Diagrama de Ishikawa realizado.

A falta de regulagem das lentes do laser acabava ocasionando a formação de rebarbas no corte, esse problema impactava diretamente no processo de dobra. Outra possibilidade também era de que a ferramenta de dobra poderia estar com excesso de desgaste, dificultando assim o posicionamento dos componentes para dobra e fazendo com que a medida da dobra ficasse fora dos

parâmetros especificados em projeto. Analisando o processo como um todo, verifica-se que o antigo processo talvez não fosse o ideal para o item em questão, o que acabava tornando-o pouco eficiente.

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa.



Fonte: O autor (2022).

Partindo para o levantamento dos custos do processo, a matéria prima utilizada para fabricação do item custa R\$6,71 por quilograma, conforme informado pelo setor de Controladoria. Para a produção de um lote de 1000 peças pelo processo antigo era utilizado uma chapa com as dimensões de 2,65 x 540 x 1205mm, conforme informação coletada do plano de corte gerado. Além de conter as dimensões do material utilizado, no plano de corte também consta a informação do peso total do material consumido (peças + retalhos), cerca de 13,83Kg de chapa metálica. Cada peça pesa 0,01 kg, multiplicando esse valor pela quantidade de peças produzidas, obtemos exatos 10 kg, o restante do material vira sobra de processo (3,83kg).

Na Tabela 1, são apresentados os custos do processo antes da mudança. O valor obtido não contempla o custo com desperdício.

Tabela 1 – Custo total do processo antigo para produzir 1.000 peças.

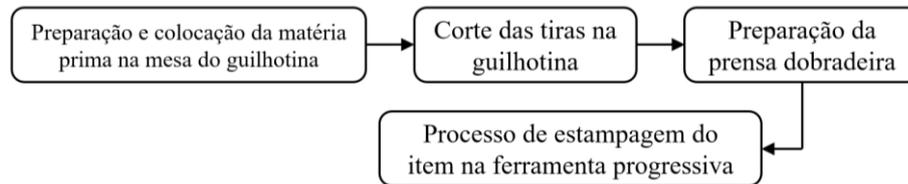
PROCESSO				
Processo	Tempo (min)	Custo/h	Custo processo	Custo total
Processo de corte laser das peças	45	R\$ 259,77	R\$ 194,83	R\$ 279,83
Processo de dobra das peças	85	R\$ 60,00	R\$ 85,00	
MATÉRIA PRIMA				
Descrição	Quant. (Kg)	Preço (Kg)	Custo M. P.	Custo total
Quantidade de matéria prima (peças)	10	R\$ 6,71	R\$ 67,10	R\$ 92,80
Quantidade de matéria prima (retalhos)	3,83	R\$ 6,71	R\$ 25,70	
Total				R\$ 372,63

Fonte: O autor (2022).

3.2 Análise do processo depois

O novo processo implementado dura cerca de quarenta e cinco minutos, dos quais cerca de cinco minutos é destinado para corte da tira na guilhotina e quarenta minutos de operação na prensa. Na Figura 7 estão identificadas as etapas do processo atual.

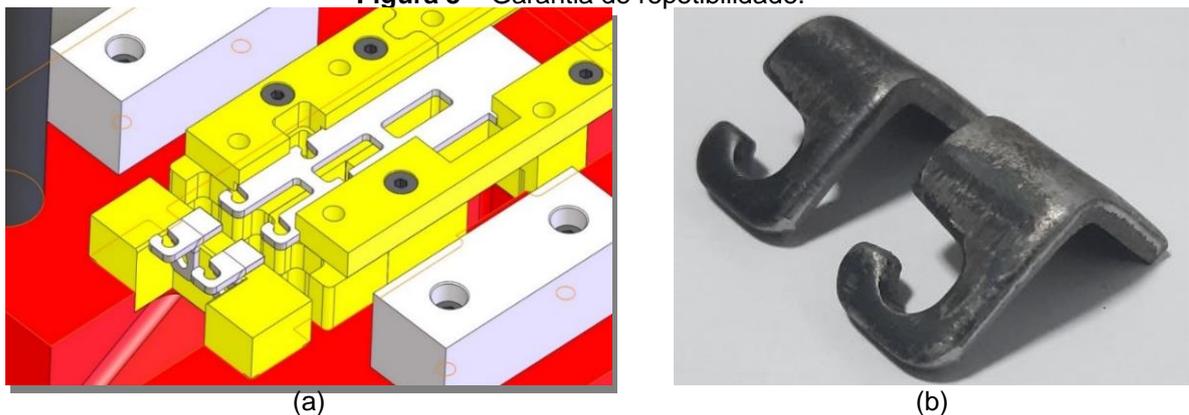
Figura 7 – Processo atual de fabricação do componente.



Fonte: O autor (2022).

Pelo novo processo não é mais possível que as peças sejam dobradas de forma errada, visto que, a ferramenta progressiva garante a repetibilidade e a qualidade tanto de dobra, quando de corte, conforme mostrado na Figura 8 (a) e 8 (b). Conforme informado pelo setor de Qualidade e Fabricação, após a mudança de processo não houve mais a ocorrência de peças defeituosas, reduzindo assim o desperdício. O único desperdício gerado no processo atual são as partes recortadas (retalhos) para formar a geometria da peça durante o processo de corte na ferramenta.

Figura 8 – Garantia de repetibilidade.



Fonte: O autor (2022).

Para o novo processo implementado, a matéria prima é utilizada na forma de tira, nas dimensões de 2,65 x 38 x 1205mm e um peso de 0,95 kg cada. Conforme observado durante o mapeamento de processo, com uma tira é possível produzir 68 peças, dividindo a quantidade total de peças a produzir no lote pela quantidade de itens obtidos por tira, verificou-se que são necessárias 15 tiras. Dessas 15 tiras, serão produzidas 1.020 peças. Desse peso total, aproximadamente 10,2 kg representa o peso das peças e o restante, 4,05 kg viram retalhos.

Na Tabela 2, são apresentados os custos do processo atual de fabricação.

Tabela 2 – Custo total do processo atual para produzir 1.020 peças.

PROCESSO				
Processo	Tempo (min)	Custo/h	Custo processo	Custo total
Processo de corte da tira	5	R\$ 56,00	R\$ 4,67	R\$ 44,67
Processo de estampagem das peças na ferramenta progressiva	40	R\$ 60,00	R\$ 40,00	

MATÉRIA PRIMA				
Descrição	Quant. (Kg)	Preço (Kg)	Custo M. P.	Custo total
Quantidade de matéria prima (peças)	10,20	R\$ 6,71	R\$ 68,44	R\$ 95,62
Quantidade de matéria prima (retalhos)	4,05	R\$ 6,71	R\$ 27,18	
TOTAL				R\$ 140,28

Fonte: O autor (2022).

3.3 Comparação e discussões

De posse dos custos totais do processo antigo e atual, foi feito o cálculo matemático a fim de verificar a diferença de custo entre os processos, conforme apresentado na Tabela 3. Vale destacar que o valor utilizado para o cálculo considera o custo para se produzir 1.000 peças, tanto antes quanto depois da mudança, por isso a diferença de valor no processo atual.

Tabela 3 – Tabela de comparação dos custos de processo (lote de 1.000 peças).

Comparativo do custo dos processos Antigo / Atual	
Processo antigo	R\$ 372,63
Processo atual	R\$ 137,53
Diferença =	63,09%

Fonte: O autor (2022).

A mudança de processo implementada resultou em uma redução de 63,09% nos custos totais de fabricação do item. Outra informação importante cedida pelo setor de Engenharia de Processos, foi que no período de janeiro a dezembro de 2021 foram produzidas 34.979 peças desse componente. Ao fazer um simples cálculo matemático para averiguar o custo anual de produção do item já comparando o processo antigo e atual, obtém-se os seguintes valores, conforme exposto na Tabela 4.

Tabela 4 – Tabela de comparação dos custos de processo anual.

Comparativo dos processos Antigo / Atual			
Descrição	Custo p/ produzir 1.000 peças	Quant. itens prod. 2021	Custo total anual
Processo antigo	R\$ 372,63	34.979	R\$ 13.034,22
Processo atual	R\$ 137,53		R\$ 4.810,66
Diferença =			R\$ 8.223,56

Fonte: O autor (2022).

Avaliando o valor obtido fica claro que houve uma grande redução nos custos de fabricação do item. Partindo para uma abordagem de análise do custo com matéria prima, é possível observar pelas Tabelas 1 e 2 que houve pouca alteração no valor gasto com material, visto isso, e retirando o custo de insumos do cálculo foi possível analisar apenas os gastos com processo. Como pode-se perceber, a mudança de processo resultou em uma redução de 84,04% nos custos dos processos de fabricação do item. A Tabela 5 apresenta essa comparação.

Tabela 5 – Custos de processo para um lote de 1.000 peças.

Comparativo dos processos Antigo / Atual	
Processo antigo	R\$ 279,83
Processo atual	R\$ 44,67
Diferença =	84,04%

Fonte: O autor (2022).

Com o custo do processo antigo definido, foi possível calcular o valor gasto com peças que foram desperdiçadas no período de janeiro a setembro de 2021. A soma total de itens desperdiçados foi de 3.640 unidades, os quais representam um valor de R\$1.356,37.

Em posse desses valores, em um primeiro momento foi realizado o cálculo do payback descontado. Como valor de investimento foi considerado o montante total gasto para fabricação da ferramenta, que foi de R\$13.677,38. Como valor de parcela foi utilizado o valor gasto com peças desperdiçadas somado ao valor da economia anual obtida com a mudança de processo dividido por 12 meses, o montante total dessa soma foi de R\$9.579,93 e o valor da parcela de R\$798,33. Foi utilizado uma taxa mínima de atratividade com base no indicador da Taxa Selic do Banco Central do Brasil, que atualmente está em 13,75% ao ano. Como o período para o fluxo de caixa foi em meses, foi realizado o cálculo da taxa equivalente, a qual ficou em 1,08% ao mês. O resultado do cálculo é apresentado conforme mostra a Equação 1.

$$R\$13.677,38 = \frac{798,33}{(1,08)^1} + \frac{798,33}{(1,08)^2} + \dots + \frac{798,33}{(1,08)^n} = 19,05 \text{ meses}$$

O resultado do cálculo do payback descontado aponta que o investimento será pago em cerca de 19,05 meses, o mesmo representa um retorno do investimento a curto prazo. Na sequência, o valor do resultado do cálculo do VPL é apresentado de acordo com a Equação 2, foram consideradas um total de 24 entradas de R\$798,33, é possível verificar que o valor obtido após esse período é maior que zero (R\$3.122,61), o que significa que o investimento terá sido totalmente recuperado em um período menor que 2 anos.

$$VPL = -R\$13.677,38 + \frac{798,33}{(1,08)^1} + \frac{798,33}{(1,08)^2} + \dots + \frac{798,33}{(1,08)^n} = R\$3.122,61 > 0$$

Para complementar, a Equação 3 apresenta o resultado do cálculo da TIR.

$$VPL = -R\$13.677,38 + \frac{798,33}{(1+TIR)^1} + \frac{798,33}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{798,33}{(1+TIR)^n} = 0 \rightarrow TIR = 2,89 \% \text{ ao mês}$$

O valor obtido da TIR (2,89%) é maior que o custo de capital (1,08%), o que indica que a escolha foi economicamente viável para a empresa, por mais que a decisão de mudar o processo não tenha sido tomada com base em nenhum estudo prévio de viabilidade econômica.

Ao comparar os custos de fabricação do processo antigo com o atual a diferença é muito grande, pois, o processo de fabricação de componentes em ferramentas de estampo proporciona redução dos custos, ao mesmo tempo que garante a qualidade e repetibilidade. Silveira e Schaeffer (2008) evidenciam isso ao afirmar que “a estampagem é um processo que permite fabricar produtos economicamente viáveis por sua eficiência e precisão”. Lira (2017) também afirma que o processo de

estampagem de chapas proporciona inúmeros benefícios em sua utilização, entre eles, alta produção, baixo custo, medidas exatas e peças iguais.

Por mais que o processo de corte laser seja uma tecnologia que traz inúmeros benefícios em sua utilização, em certas aplicações acaba não sendo a melhor escolha. Groover (2014) relata que o mesmo não é considerado um processo de produção em massa, e segundo Maurício (2014), em alguns casos ainda pode gerar resultados indesejáveis nas peças produzidas, como a formação de rebarbas, estrias e a ampliação da ranhura de corte. Todos esses problemas são capazes de acarretar não conformidades, e ao analisar o antigo processo um dos problemas constatados foi justamente o acabamento do corte que apresentava rebarbas. A ocorrência desse problema acabava prejudicando o processo subsequente de dobra, acarretando assim em um processo pouco eficiente e com alto índice de desperdícios.

Contudo, não é possível afirmar que se os demais problemas levantados com a realização do Diagrama de Ishikawa tivessem sido abordados ainda seria necessário a mudança do processo. Isso porque, caso a empresa investisse mais em qualificação da mão de obra, talvez o problema de regulagem da lente do laser fosse resolvido. Resolvendo esse problema e adquirindo uma nova ferramenta para a dobra do componente possivelmente a qualidade melhorasse significativamente, não necessitando assim que a mudança fosse realizada. Essas possíveis abordagens do problema, entretanto, não foram consideradas, optando-se diretamente pela mudança do processo.

Destaca-se, entretanto, que devido a geometria da peça, a necessidade da inclusão de micro juntas para o corte e pelo processo de dobra ser realizado manualmente, pode-se dizer que o atual processo é mais adequado para o componente objeto do estudo.

Diante desses pontos de vista a respeito do processo de estampagem e de corte laser, pode-se verificar que o novo processo trouxe ganhos significativos para a empresa, como redução de custos, desperdícios e melhoria da qualidade da peça produzida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento dos custos relacionados aos processos de fabricação representa uma importante ferramenta para a área responsável pela gestão das organizações. De posse dessas informações o gestor é capaz de elaborar estratégias visando a obtenção dos melhores resultados possíveis para a empresa. Visto que, diante do atual cenário da economia mundial, para as empresas se manterem competitivas, estas devem buscar formas de controlar melhor seus custos e usar de forma mais eficiente seus recursos.

A importância do estudo dos custos e das melhorias de processos desempenha um papel fundamental do ponto de vista estratégico de uma empresa. Quando partem de análises elaboradas com base em dados reais e não apenas no conhecimento individual de parte da gestão, são capazes de contribuir significativamente para o processo de tomada de decisões.

Ao observar o objetivo proposto inicialmente pela pesquisa, pode-se dizer que o mesmo foi alcançado de forma satisfatória. A comparação dos processos deixou claro que a escolha de mudar o processo foi uma boa decisão por parte da empresa, por mais que não tenha sido realizada com base em um estudo de viabilidade econômica.

Conforme informado pelos setores de Qualidade e Fabricação A, o problema com desperdício foi resolvido, graças a garantia de repetibilidade da ferramenta progressiva que passou a ser utilizada. Pelos resultados alcançados com a pesquisa, é possível afirmar que a mudança do processo acabou resultando em uma melhoria considerável de processo. Também fica claro que ainda existem diversas possibilidades de aplicação de melhorias semelhantes a realizada dentro da organização. Isso porque, o processo de corte laser é empregado na fabricação de diversos itens na empresa, e quando comparado aos demais processos de fabricação, possui um custo muito mais elevado.

Por fim, sugere-se que para os próximos trabalhos a serem realizados dentro da empresa um estudo prévio de viabilidade econômica utilizando o modelo de análise usado neste trabalho sejam realizados antes da efetivação das mudanças, guiando assim uma melhor tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Aline et al. **Análise de custo**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.
- ANTONI, Gustavo. **Gestão de custos industriais**. Porto Alegre: SAGAH, 2017.
- CARARETO, Edson Soares et al. Gestão estratégica de custos: custos na tomada de decisão. **Revista de Economia da UEG**, v. 2, n. 2, p. 1-24, JUL/DEZ-2006.
- DeFEO, Joseph A.; JURAN, Joseph M. **Fundamentos da qualidade para líderes**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- GROOVER, Mikell P. **Introdução aos processos de fabricação**. 1. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2014.
- JUNIOR, José da Silva Ferreira. Gestão do Custo Industrial em uma Empresa do Setor Calçadista. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 6, n. 1, p. 532-546, 2014.
- JUNIOR, Murís Lage. **Mapeamento de processos de gestão empresarial**. Curitiba: InterSaberes, 2016.
- KIMINAMI, Claudio Shyinti; CASTRO, Walman Benício de; OLIVEIRA, Marcelo Falcão de. **Introdução aos processos de fabricação de produtos metálicos**. Editora Blucher, 2013.
- LIRA, Valdemir Martins. **Princípios dos processos de fabricação utilizando metais e polímeros**. São Paulo: Blucher, 2017.
- MARSHALL JUNIOR et al. **Gestão da Qualidade**. 10 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010).
- MAURÍCIO, Hugo A. C. **Análise do processo de corte a laser numa pequena empresa metalmeccânica**. Orientador: Dra. Helena M. P. P. D. e Alvedos. 2014. 74f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Economia, Universidade de Aveiro, Aveiro - Portugal, 2014.
- MEGLIORINI, Evandir. **Custos: Análise e gestão**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- OLIVEIRA, Douglas Luciano da Silva. **Otimização do corte de pontas de um aço livre de intersticiais laminado a quente usando tesoura do tipo guilhotina**. Orientador: Prof. Dr. Carlos A. R. P. B. 2011. 136f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, Neila Raquel Solano de et al. A importância da análise de custos para as empresas. **REVISTA FAIPE**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. p. 31-36, maio 2019. ISSN 2179-9660. Disponível em: <<https://revistafaipe.com.br/index.php/RFAIPE/article/view/148>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

PEREIRA, A. S.; COSTA, L. G. T. A.; COSTA, L. R. T. A. **Análise de investimentos**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2010. 432p.

PUCCINI, E. C. **Matemática Financeira e análise de investimentos**. 3 ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; Brasília: CAPES: UAB, 2016.

RAMOS, Edson M. L. S.; ALMEIDA, Silvia dos Santos de; ARAÚJO, Adrilayne dos Reis. **Controle Estatístico da Qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

REIS, Camila C. C. dos. **Viabilidade econômica da adaptação de um hospital público para obtenção de uma certificação ambiental**. Orientador: Prof. Dr. Andreas D. W. 2017. 99f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2017.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ROCHA, Henrique Martins; BARRETO, Jeanine dos Santos; AFFONSO, Ligia M. F. **Mapeamento e modelagem de processos**. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

SALGADO, C. C. R. et al. Contribuições à melhoria de processos organizacionais: uma avaliação empírica sob a perspectiva de mapeamento de processos em uma unidade da Universidade Federal da Paraíba. **Holos**, v. 1, p. 151-168, 2013.

SAMANEZ, Carlos P. **Engenharia Econômica**. 1 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SANTOS, Geisiane Bárbara Inácio dos. **A importância do controle de serviços na gestão de uma metalmeccânica utilizando planilhas eletrônicas no Excel**. Orientador: Prof. Me. Daniel A. de Moura P. 2016. 63f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé-PB, 2016.

SHINGO, Shigeo. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2. ed. – Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Fabiane Padilha da; ALVES, Aline. **Análise de investimentos e fontes de financiamento**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

SILVA, Raimundo Nonato Sousa; LINS, Luiz dos Santos. **Gestão de custos: contabilidade, controle e análise**. São Paulo: Atlas, 2010.

SILVEIRA, Fabrício D.; SCHAEFFER, Lírio; Diretrizes para projeto de ferramenta de estampagem-Parte I. **Ferramental**. n.17, p.13-20, maio/jun. 2008.

SLACK, Nigel et al. Gerenciamento de operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico. 2. ed. Porto Alegre, 2013.

SOUZA, Antônio Artur et al. Análise de sistemas de informações utilizados como suporte para os processos de estimação de custos e formação de preços. **ABCustos**, v. 1, n. 1, p. 114-141, 2006.

SOUZA, Stefania M. de Oliveira. **Gestão da Qualidade e produtividade**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

WILDAUER, Egon Walter; WILDAUER, Laila Del Seleme. **Mapeamento de processos: Conceitos, técnicas e ferramentas**. Curitiba: InterSaberes, 2015.

TELECURSO 2000. **Corte com laser**. Aula 62.

TELECURSO 2000. **Corte e dobra**. Aula 71.