

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
TIAGO DANIEL SCHUMANN

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE ESTAMPAGEM E SUA
VIABILIDADE ECONÔMICA**

CASCADEL - PR
2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
TIAGO DANIEL SCHUMANN

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE ESTAMPAGEM E SUA
VIABILIDADE ECONÔMICA**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador: José Cláudio Terra Silveira

CASCADEL - PR
2019

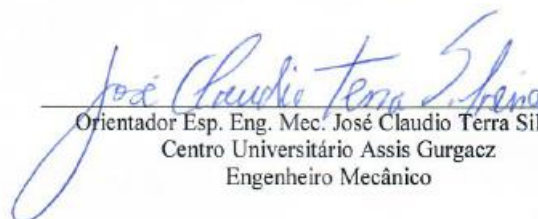
CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

TIAGO DANIEL SCHUMANN

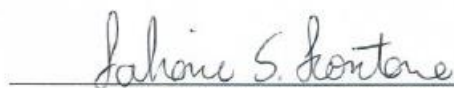
**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE ESTAMPAGEM E SUA
VIABILIDADE ECONÔMICA**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Prof. Esp. Eng. Mec. José Claudio Terra Silveira.

BANCA EXAMINADORA


Orientador Esp. Eng. Mec. José Claudio Terra Silveira
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico


Profª. Me. Rosemar Cristiane Dal Ponte
Centro Universitário Assis Gurgacz
Bacharel em Informática


Profª. Me. Fabiane Sorbar Fontana
Centro Universitário Assis Gurgacz
Ciência da Computação

Cascavel, 28 de novembro de 2019.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e aos meus amigos que de alguma forma me ajudaram ou incentivaram durante este período. Sou grato a todos que de alguma forma colaboraram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família e amigos, muitos deles que surgiram durante a graduação, por estarem presentes durante esta árdua caminhada e agradecer a todos os meus colegas de trabalho pelo apoio.

Gostaria de agradecer a Empresa Consilos pelo fornecimento dos dados necessários para o estudo se concretizar.

Aos professores de Engenharia Mecânica da FAG por todo apoio necessário e por último e não menos importante, ao meu orientador José Cláudio Terra Silveira que não mediu esforços em relação ao desenvolvimento do estudo.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a viabilidade econômica de um investimento realizado em uma empresa de secadores, armazenadores e transportadores de grãos. Ele foi baseado em um sistema de estampagem, o qual foi otimizado em função de uma ferramenta específica criada e desenvolvida para estampagem de chapas metálicas, utilizadas como pisos de passarelas. Foram abordados os custos de produção antes e após o investimento, juntamente com o valor investido, possibilitando assim uma análise de viabilidade. Essa se deu através dos cálculos dos indicadores, como: *Payback*, valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR). Portanto, concluiu-se que o investimento é viável, pois com a construção da ferramenta é possível disponibilizar um maior número de hora/máquina do equipamento de puncionar e com os dados coletados foi verificada a eficiência do novo processo.

PALAVRAS-CHAVE: Viabilidade econômica, estampagem, otimização de processos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema estrutural de uma matriz de estampagem também utilizada em chapas de passarela de silos	16
Figura 2: Furação realizada por cisalhamento na chapa de piso das passarelas	18
Figura 3: Processo de repuxo nas chapas de pisos de passarela	19
Figura 4: Chapa de piso estampada	21
Figura 5: Passarela e correia transportadora em fase de montagem.....	25
Figura 6: Centro de Usinagem	29
Figura 7: Fresadora Klever.....	30
Figura 8: Puncionadeira TP09.....	33
Figura 9: Prensa Hidráulica com capacidade para 250 toneladas	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custos de Usinagem CNC (FR03)	30
Tabela 2: Custos de usinagem convencional (FR02)	31
Tabela 3: Custos de matéria-prima dos componentes da ferramenta	31
Tabela 4: Custo dos componentes de estampo	32
Tabela 5: Custos finais do processo de fabricação da ferramenta	32
Tabela 6: Fabricação modelo original	33
Tabela 7: Custos de fabricação modelo novo	34
Tabela 8: Eficiência gerada com o novo processo	35
Tabela 9: Disponibilidade da máquina após investimento	35
Tabela 10: Eficiência e disponibilidade total	36
Tabela 11: Cálculo de <i>Payback</i>	36
Tabela 12: Cálculo de VPL	37
Tabela 13: Cálculo de TIR	37

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Cálculo da força de corte	18
Equação 2: Cálculo da área cisalhada	18
Equação 3: Cálculo do Payback.....	22
Equação 4: Cálculo do VPL.....	23
Equação 5: Cálculo do TIR.....	24

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

PAYBACK – Tempo de Retorno de Investimento;

TIR – Taxa Interna de Retorno;

VPL – Valor Presente Líquido.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 OBJETIVO GERAL	13
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	15
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 CONFORMAÇÃO POR PROCESSOS DE ESTAMPAGENS DE CHAPAS METÁLICAS.....	16
2.1.1 ESTAMPAGEM DE CORTE POR CISALHAMENTO	18
2.1.2 O PROCESSO DE ESTAMPAGEM POR REPUXO	19
2.1.3 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS - PUNCIÓNADEIRA	20
2.1.4 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS – PRENSA HIDRÁULICA.....	20
2.2 FUNCIONAMENTO DA FERRAMENTA.....	20
2.3 VIABILIDADE ECONÔMICA	21
2.3.1 ESTUDO DE PAYBACK SIMPLES.....	21
2.3.2 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL).....	23
2.3.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	24
2.4 PASSARELAS	24
3. METODOLOGIA.....	26
3.1 COLETA DE VALORES REFERENTES À NOVA FERRAMENTA.....	26
3.2 COLETA DE DADOS REFERENTES À PRODUTIVIDADE DO PROCESSO ORIGINAL DE FABRICAÇÃO.....	27
3.3 COLETA DE DADOS REFERENTES À PRODUTIVIDADE DO PROCESSO NOVO DE FABRICAÇÃO.....	27
3.4 HISTÓRICO DE PRODUÇÃO DAS CHAPAS DE PISOS DE PASSARELAS ...	27
3.5 TEMPO DE HORA/MÁQUINA DISPONIBILIZADOS NO PROCESSO ORIGINAL.....	28
3.6 CÁLCULOS DE VIABILIDADE	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 DADOS PARA CÁLCULO DE CUSTO DE FABRICAÇÃO DA FERRAMENTA.....	29

4.2 MODELO DE FABRICAÇÃO DA CHAPA DE PASSARELA NO PROCESSO ORIGINAL.....	32
4.2.1 MODELO DE FABRICAÇÃO DA CHAPA DE PASSARELA NO PROCESSO ATUAL.....	33
4.2.2 CÁLCULO DE EFICIÊNCIA DO NOVO PROCESSO SOBRE O ORIGINAL....	34
4.2.3 TEMPO DE HORA/MÁQUINA DISPONÍVEL.....	35
4.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO	36
4.3.1 PAYBACK	36
4.3.2 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL).....	37
4.3.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio vem crescendo nos últimos anos e assumindo uma posição de destaque no setor econômico. Esse desenvolvimento se deve a grande capacidade de expansão e geração de empregos, pois, mesmo o país passando por uma situação econômica delicada nos dias atuais, o aumento da produção e da capacidade de armazenamento de grãos cria um padrão de qualidade mais rigoroso para fornecedores de equipamentos neste segmento. Nesse sentido, estas indústrias têm a função de atender com qualidade a demanda necessária do mercado, com inovações e diferenciais que possam destacá-la, com isso é evidente que ações para melhorar a produtividade devem ser tomadas, principalmente quando o mercado está recessivo.

Com a grande procura de armazenadores e processadores de grãos o mercado tem atraído cada vez mais empresários para este segmento, aumentando a concorrência. Devido a esses fatores, as empresas buscam investir em seus processos, visando uma maior rentabilidade, redução de processos de fabricação e consequentemente um preço mais competitivo.

Na linha de armazenadores de grãos têm-se as passarelas, meio utilizado para apoiar transportadores de grãos e para a movimentação de pessoas, a fim de realizar inspeções ou manutenções, essas conexões são enclausuradas para evitar quedas, seu piso é fabricado de forma que possua uma maior segurança através de um sistema de antiderrapante. Dentro dessa perspectiva, o processo de estampagem de chapas de piso para passarelas é imprescindível na fabricação de silos, tendo em vista que a grande dificuldade de produção a torna um produto com maior concorrência de mercado. Desta maneira, a necessidade de otimização na fabricação se torna fundamental para que o produto tenha qualidade e o processo seja ainda mais eficiente.

Diante do exposto, o problema da presente pesquisa consiste em verificar a viabilidade econômica de fabricação de uma ferramenta para estampagem, que permita realizar o processo de produção com maior qualidade e rapidez. Além disso, um dos principais motivos do investimento realizado foi em disponibilizar ao equipamento de funcionar, maior tempo possível de hora/máquina, visando a fabricação de outros itens, pois a demanda já superava sua disponibilidade.

Se o presente estudo comprovar economicamente que o valor investido trará um retorno, dentro dos requisitos impostos pela empresa, comprovará que a fabricação da ferramenta em questão tornou o processo de fabricação das chapas dos pisos mais rápido, econômico e eficiente, resolvendo, assim, o problema exposto na produção. Dessa maneira, essa pesquisa se justificada pelo fato de ter relação com aspectos de redução de custos, criação de novos padrões de fabricação na área industrial e melhorias de produtividade.

O presente trabalho se trata de uma pesquisa aplicada, que tem como enfoque verificar a viabilidade econômica de soluções para problemas específicos. Com a análise de produção atual e o levantamento de custos do mesmo foi realizado um estudo econômico para o investimento. Ao utilizar os valores necessários para a execução se encontrará um resultado de *Payback*, TIR e VPL, o que tornará ou não viável a otimização do processo.

Nos tópicos seguintes encontram-se os objetivos do presente trabalho, o motivo pelo qual o tema foi escolhido, os limites da pesquisa e a revisão bibliográfica, que mostra um pouco sobre os processos de conformações e como são aplicados. A metodologia específica como foi realizado o estudo e por fim apresentam-se os resultados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade econômica do investimento realizado em uma nova ferramenta de estampagem de chapas de pisos de passarelas.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Coletar dados e valores utilizados na fabricação da ferramenta;
- b) Verificar a eficiência da fabricação após o investimento;
- c) Calcular o tempo de *Payback*, TIR e VPL;

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o grande crescimento do ramo agrícola a necessidade de estocagem de grãos se tornou cada vez mais indispensável. Esse crescimento é uma consequência do aumento populacional, a partir disto busca-se criar novos métodos de produção para reduzir custos e produzir itens padrões na área industrial.

O meio acadêmico oferece novas possibilidades de pesquisas no setor do agronegócio voltado para o meio metalúrgico. Nessa conjuntura, as soluções tecnológicas podem ser utilizadas o máximo possível nas indústrias, trazendo melhorias para a produção e redução de custos em seus produtos, o que se torna um atrativo para os consumidores. Além do mais, as empresas podem oferecer um produto padronizado e com qualidade, isso também as mantém sempre dentro do mercado.

O tema abordado foi escolhido pela necessidade da empresa em aperfeiçoar seus processos de fabricação, com a pretensão de obter melhores resultados econômicos na produção, maior disponibilidade de hora/máquina e um produto com maior qualidade.

A função do presente projeto é verificar a viabilidade econômica de uma ferramenta já fabricada que retire e/ou minimize essa sobrecarga dos equipamentos e, ao mesmo tempo, concilie qualidade com aperfeiçoamento de processos produtivos. Ou seja, ao invés de operações individuais realizadas em uma punctionadeira, o processo é realizado em uma ferramenta de estampagem, em prensa hidráulica, que realiza 32 conformações em um único ciclo, resultando em um ganho de processo.

O propósito do estudo de otimização de processos também está relacionado com a melhoria dos quesitos financeiros, qualidade do produto e tempo de fabricação, portanto, o público-alvo desta obra engloba: corporação (devido às questões econômicas), o cliente final (em função do equipamento fabricado), e o rendimento de produção da fábrica.

Baseando-se em obras literárias, trabalhos acadêmicos e artigos, foram coletadas informações imprescindíveis para a busca de uma solução ao problema em questão.

1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O produto em questão tem em seus processos uma elevada complexidade e alto custo, que se deve a alta quantidade de conformações existentes em uma só peça. Atualmente, o produto é conformado em uma puncionadeira com furação individual, sendo assim, sua fabricação demanda de muito tempo, o que acaba sobrecarregando os equipamentos que realizam essas operações, ou seja, deixando-os com menos horas disponíveis para outras operações.

Diante do processo produtivo minucioso que vem sobrecarregando equipamentos, o processo de estampagem por puncionadeiras foi substituído por uma ferramenta específica, este investimento foi viável?

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho delimita-se no cálculo de viabilidade econômica da construção de uma ferramenta para otimizar processos, os quais se resumem em corte e conformação de chapas metálicas galvanizadas, utilizadas na montagem de passarelas de silos de armazenagem de grãos.

A redução de custos de produção desses determinados itens é de grande necessidade, pois, seu processo tem uma alta complexidade pela quantia de conformações. Assim, a redução da utilização de máquinas específicas de puncionar também evita grande sobrecarga nos mesmos.

O investimento para realizar a construção da matriz de estampagem é relativamente alto. Se algumas normas utilizadas nas fabricações de passarelas tiverem alguma alteração, por exemplo, no formato de conformações ou até mesmo em medidas de construção, há perda do investimento, pois, este tipo de ferramental é de conformação específica, construído especificamente para a conformação desejada.

Para a realização do presente estudo foram coletados dados para levantar os custos de fabricação e as possíveis variáveis que podem ocorrer, prejudicando o procedimento da produção. Este estudo foi realizado em Cascavel-PR.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONFORMAÇÃO POR PROCESSOS DE ESTAMPAGENS DE CHAPAS METÁLICAS

Neste capítulo são abordados os conceitos sobre otimização de processos na indústria com enfoque em conformações mecânicas por cisalhamento por repuxo e definição de investimentos e seus retornos.

Os primeiros produtos de chapas foram produzidos na Mesopotâmia e no Egito em 4000 a. C. Eram copos de ouro e prata que foram produzidos através do processo de embutimento manual, utilizando martelos de pedra como ferramentas. A construção das primeiras prensas, ferramentas de corte e embutimento profundo no fim do século XIX deu início à fabricação em série de produtos estampados (SCHAEFFER, 1999).

A utilização de chapas metálicas na fabricação de produtos é muito comum e diversificada, sendo disposto de vários processos de produção (DALEFFE, 2008), inclusive na construção de passarelas de silos. Nesse sentido, conforme a Figura 1 se verifica a estrutura de uma matriz, utilizada no processo de estampagem das chapas de passarela.

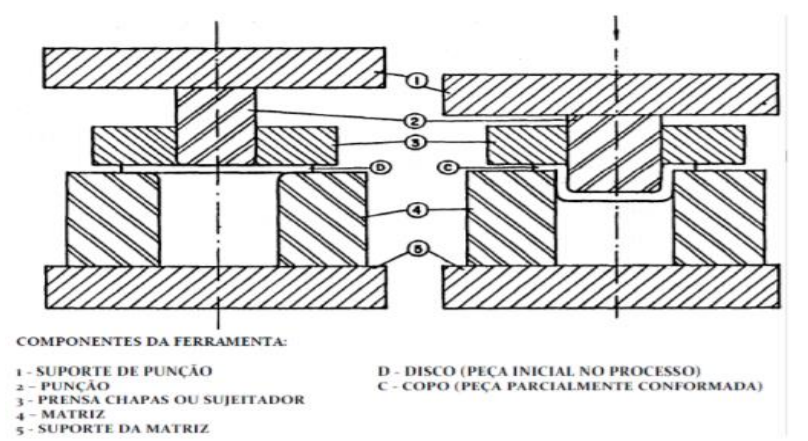


Figura 1: Esquema estrutural de uma matriz de estampagem também utilizada em chapas de passarela de silos

(Fonte: Andradas, 2016)

Nos processos de manufatura, a tecnologia de conformação de materiais como o metal, vem ocupando lugar de destaque, visto que esta tecnologia é capaz de auxiliar na produção de peças e materiais com características mecânicas

relevantes, além de minimizar o desperdício da matéria-prima. Suas principais aplicações estão relacionadas à área aeroespacial e automobilística (MORENO, 2000). Ainda segundo o autor:

Este processo, no entanto, tem um ferramental relativamente caro, sendo atrativo apenas na produção de grandes lotes ou de produtos que requeiram as propriedades mecânicas obtidas no processo de conformação. O trabalho de otimização de um processo de conformação, realizado da maneira tradicional, consome muito tempo e tem custo elevado, uma vez que envolve a fabricação de uma matriz de prova (*proof die*). Esta matriz é testada, modificada, testada novamente, até que a peça desejada seja obtida (MORENO, 2000, p. 1).

Dentro dessa mesma perspectiva, segundo Kobayashi et al., (1989), para o processo de conformação mecânica, é essencial seguir alguns requisitos, como: determinar a relação cinemática de aspecto, velocidade e taxa de deformidades, entre a parte que está com deformações e a parte não deformada (*blank*). Também é fundamental verificar a possibilidade execução da operação de conformação sem gerar nenhum erro (trincados e dobras), tanto na superfície interna quanto externa. Além do mais, é indispensável antever tensões e forças primordiais para a execução da conformação. Este é um passo fundamental no projeto do instrumento, porque permite selecionar força apropriada, equipamento específico e potencial energético para a execução do processo de conformação.

A estampagem em sua natureza é formada por processos realizados em prensas, sobre chapas, alguns denominados como: corte e conformação. A estampagem normalmente é realizada após um corte ou cisalhamento, no formato que se encontra a matriz (DALEFFE, 2008).

Já Schuler (1998) define a estampagem como uma conformação realizada com as condições de tração e compressão do material, isso ocorre quando o material (chapa) é forçado a escoar em uma determinada cavidade na matriz, consequentemente, irá assumir a forma dessa cavidade, este é resultado da aplicação de um golpe da prensa. Como exemplo, pode-se obter um copo de uma chapa cortada em forma de disco.

Os processos de estampagens de chapas possuem um objetivo único, que consiste em transformar uma chapa em algum tipo de produto utilizado na indústria, com formatos bem definidos e medidas precisas. Esses processos de estampagem possuem vários parâmetros e particularidades em cada um (DALEFFE, 2008).

2.1.1 ESTAMPAGEM DE CORTE POR CISALHAMENTO

As chapas são geralmente fornecidas aos clientes em forma de rolos, sendo assim, o primeiro procedimento deve ser cortá-las em *blanks*. Este processo de cisalhamento e fratura é bastante complexo, minucioso e requer muita cautela, pois, o material no ângulo cortado precisa passar pelo processo de encruamento localizado. Este processo de realizado de forma inadequada poderá gerar problemas nas etapas decorrentes (DAVIS, 1993). A operação básica de corte é representada na Figura 2.



Figura 2: Furação realizada por cisalhamento na chapa de piso das passarelas

(Fonte: Consilos, 2019)

A respeito da força de corte, verifica-se que as forças que implicam no processo de corte, são elevadas, mesmo em chapas finas, principalmente se elementos com grande resistência mecânica são cortados. Uma das abordagens mais utilizadas para calcular a força de corte consiste em multiplicar a tensão de ruptura pelo cisalhamento da área a ser cisalhada (SOUZA, 2001), ou seja:

$$F_c = T_c \cdot A_c \quad (1)$$

O caráter F_c representa a força de corte, sendo que T_c simboliza a tensão de ruptura do elemento demandado ao cisalhamento e A_c retrata a área a ser cisalhada, calculada da seguinte forma:

$$A_c = l_c \cdot e_c \quad (2)$$

Onde L_c configura o perímetro ou dimensão da aresta de corte e ec representa a espessura da chapa (SOUZA, 2001).

2.1.2 O PROCESSO DE ESTAMPAGEM POR REPUXO

O processo de embutimento, também chamado de repuxo, se caracteriza por uma estampagem de chapa metálica, ainda planificada, em um formato de um corpo oco, porém, neste processo, não devem aparecer trincas ou rugas no material, devido à solicitação de força aplicada sobre a mesma. Estampos é a denominação dada para as ferramentas que permitem obter o formato desejado na chapa, ele é constituído por um prensa-chapas (item responsável por não deixar surgir rugas ou trincas), punção e matriz (DALEFFE, 2008). Na Figura 3 é possível verificar a imagem de um processo de repuxo:



Figura 3: Processo de repuxo nas chapas de pisos de passarela

(Fonte: Consilos, 2019)

Para a seleção correta de uma prensa para o trabalho de uma determinada ferramenta, se faz necessário ter um conhecimento do trabalho que irá executar e dos modelos de máquinas disponíveis. Outras informações necessárias e imprescindíveis para fazer a seleção correta, são: valores de força de estampagem, cursos necessários, dimensões da mesa e o acionamento do prensador de chapas (LASCOE, 1988).

2.1.3 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS – PUNCIÓNADEIRA

As máquinas puncionadeiras CNC permitem as operações de corte e repuxo em chapas metálicas planas de aço carbono, aço inoxidável, alumínio, cobre, latão, entre outros materiais, de acordo com a necessidade de cada cliente. Para isso, basta apenas adquirir as ferramentas necessárias, com as folgas de corte adequadas para o material a ser estampado e realizar a programação com o auxílio do software CAD/CAM, que já é fornecido com as máquinas puncionadeiras CNC (UNISTAMP, 2019).

2.1.4 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS – PRENSA HIDRÁULICA

A prensa hidráulica industrial é uma máquina desenvolvida e comercializada pela Unistamp e pode ser fornecida com capacidade entre 10 e 200 toneladas. Ela é produzida com uma estrutura reforçada, em aço ASTM A-36, projetada com a utilização de softwares CAE para análise de elementos finitos. Sua estrutura é submetida a testes de esforços e resistência, o que garante a qualidade e confiabilidade do produto. A mesa e o martelo da prensa hidráulica industrial são produzidos em aço SAE1045, fornecidas com rasgos “T”, estrategicamente posicionado para permitir a fixação das ferramentas, com furo na base para saída de cavacos e tampa para ser utilizada quando necessário (UNISTAMP, 2019).

2.2 FUNCIONAMENTO DA FERRAMENTA

A ferramenta fabricada tem como finalidade reduzir custos de fabricação da chapa piso de passarelas, utilizadas em silos de armazenamento. Em decisão pelos responsáveis da produção, em conjunto com a engenharia, decidiu-se realizar a construção da mesma de forma que a cada ciclo realizado obtenha-se o máximo de conformações possíveis. Portanto, realizou-se a confecção da mesma de modo que os itens que compõe a ferramenta possibilitem a cada ciclo da máquina a realização de 39 operações, feitas por puncionadeiras no modelo antigo, ou seja, duas linhas de conformações (furação/repuxo), conforme exemplificado na Figura 4:

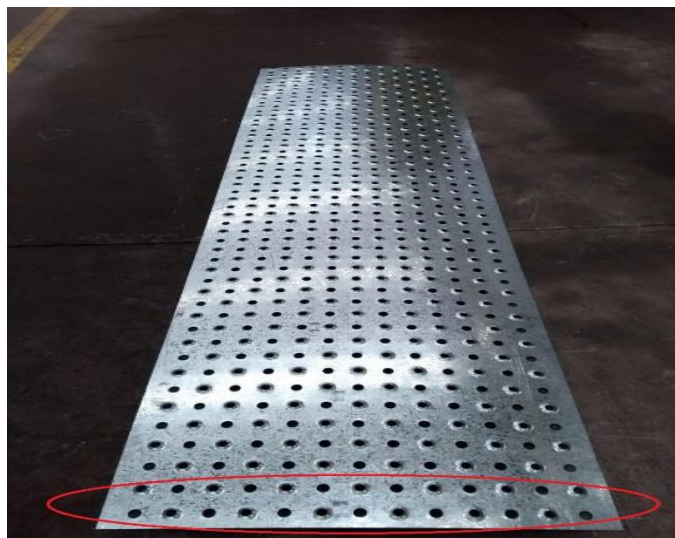


Figura 4: Chapa de piso estampada

(Fonte: Consilos, 2019)

Como já especificado, as funções das conformações das chapas de pisos de passarelas se baseiam então e somente para drenar águas residuais de chuvas nas furações e o repuxo fica responsável por garantir a segurança dos colaboradores que por ele transitam.

2.3 VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise econômica de um empreendimento consiste em fazer estimativas de todo o gasto envolvido com o investimento inicial, operação, manutenção e receitas geradas durante um determinado período de tempo. Depois disso é que se monta o fluxo de caixa relativo a esse investimento e através dos resultados é que se determina a viabilidade do negócio (LINDENMEYER, 2008).

2.3.1 ESTUDO DE PAYBACK SIMPLES

O empreendedor está constantemente envolvido em decisões de investimentos, quer seja a criação de uma empresa, ou caso ela já exista, de fazer novos investimentos em máquinas, instalações e tecnologias que otimizem o lucro e, por sua vez, o retorno de seus investimentos. Sendo assim:

O “payback” é o período de tempo necessário para a recuperação de um investimento. Consiste na identificação do prazo em que o montante do

dispêndio de capital efetuado é recuperado por meio dos fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento. Corresponde, assim, ao período em que os valores dos investimentos (fluxos negativos) anulam-se com os respectivos valores de caixa (fluxos positivos) (SALIM, 2010, p. 119).

A avaliação criteriosa de um investimento possibilita estabelecer todos os parâmetros de viabilidade da aplicação, com isso é possível mensurar o retorno aos proprietários desse capital investido, permitindo, portanto, avaliar alternativas e prognósticos de lucros (SOARES, 2006). Nesse sentido, para obter sucesso e lucros econômicos, na sua escolha é fundamental calcular os resultados dos reflexos financeiros (GITMAN, 2010).

Devido à globalização econômica e ao desenvolvimento dos processos, os mercados estão sendo disputados de modo mais acalorado. Sendo assim, uma atenção especial dos empresários precisa ser dispensada à gestão econômica dos projetos de aplicações, sejam eles tradicionais ou modernos (RASOTO et al., 2012).

A análise pormenorizada da viabilidade econômica de qualquer investimento abrange etapas relacionadas à investigação da área que pretende atuar. Em seguida é fundamental realizar uma prévia da projeção de faturamento, para a apuração dos indicadores que permitirão verificar e analisar a viabilidade do empreendimento/investimento (ROZENFELD et al., 2006). A instrumentação desse conjunto de fatores permitirá ao investidor alcançar ou não êxito em seu empreendimento.

Segundo Schubert (1989) o *Payback* deve ser utilizado como parâmetro, pois ele irá medir, com base na geração de caixa, em quanto tempo o dinheiro investido retornará, na forma de rendimento.

De acordo com Fonseca (2010) essa alternativa pressupõe inicialmente a definição de um limite de tempo máximo para retorno do investimento. Após a definição deste prazo é analisado o fluxo de recursos do projeto, comparando o volume necessário de investimento com os resultados a serem alcançados futuramente, verificando o período no qual o saldo tornou-se igual a zero.

O *Payback* encontra-se demonstrado pela equação 1.

$$PAYBACK = \frac{\text{INVESTIMENTO INICIAL}}{\text{GANHO NO PERÍODO}} \quad (3)$$

2.3.2 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

A análise do VPL pode ajudar a tomar uma decisão com muito mais segurança. Segundo Veras (2001, p. 234), tal método “[...] consiste em calcular o valor presente líquido do fluxo de caixa (saldo das entradas e saídas de caixa) do investimento que está sendo analisado usando a taxa de atratividade do investidor”.

Nesse sentido, o método do Valor Presente Líquidos (VPL) baseia-se no colapso de “[...] todos os valores para o ponto $t=0$. Dadas diversas alternativas, é possível calcular os valores atuais equivalentes às séries correspondentes e compará-los para decidir qual a melhor” (EHRlich; MORAES, 2011, p. 21).

Para a tomada de decisão na viabilidade de projetos o VPL deve ser positivo, a equação encontra-se demonstrada no item 2.

Equação 2 - Cálculo do VPL

$$VPL = \sum_{t=1}^T \frac{FCL_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (4)$$

Sendo:

VR = Valor residual do projeto ao final do período de análise. (R\$)

FCL = Fluxo de caixa líquido na data “ t ”. (R\$)

r = Taxa do custo capital. (%)

I_0 = Investimento inicial. (R\$)

De acordo com Duarte (2019), para definir se o resultado do VPL é aceito ou não se utiliza as seguintes condições:

$VPL > 0$, o projeto é aceito;

$VPL = 0$, é indiferente aceitar ou não o projeto;

$VPL < 0$, o projeto é rejeitado.

A definição do valor referente à taxa de custo capital fica a critério da empresa, ela pode ser um valor pago em juros, se o investimento for solicitado ao banco, ou também pode ser a taxa de retorno que os investidores pretendem ter a um determinado tempo. Para o presente trabalho foi solicitado aos diretores da empresa em questão qual seria a taxa adequada a ser utilizada, levou-se em consideração o valor que se trabalha com financiamento de máquinas e equipamentos, ou seja, 12%.

2.3.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A taxa de retorno que se obtém em um projeto, obtida a partir de análise projetiva de um fluxo de caixa, é a taxa de juros que torna nulo a diferença entre as receitas e as despesas. Dessa forma, o critério para a tomada de decisão de investimento, com base na Taxa Interna de Retorno, consiste em aceitar um projeto de investimento quando tal taxa superar o custo de oportunidade do capital obtido no referido projeto (ZAGO et al., 2009). É a taxa de retorno anual composto que a empresa obterá se investir no projeto e receber as entradas de caixa previstas (GITMAN, 2010).

O TIR é calculado através da equação 3.

Equação 3 - Cálculo do TIR

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0 \quad (5)$$

Sendo:

F_n = valor presente das entradas de caixa (R\$);

i = taxa interna de retorno (%);

n = quantidades de períodos (Semestres);

2.4 PASSARELAS

Passarelas são meios utilizados para o apoio de equipamentos de transportes de cereais, entre pontos de armazenadores de grãos, e para a movimentação de pessoas. Sua principal finalidade é facilitar o acesso aos colaboradores aos vários pontos da obra, garantindo maior segurança possível e estando rigidamente de acordo com as normas vigentes. Na Figura 5 é possível verificar uma passarela e o seu pavimento, feito de chapa metálica, foco do presente estudo.



Figura 5: Passarela e correia transportadora em fase de montagem

(Fonte: Consilos, 2019)

Ou seja, as passarelas servem como elementos de sustentação, permitindo a manutenção dos produtos armazenados nos silos.

3. METODOLOGIA

De acordo com Moresi (2003, p.8), a pesquisa quantitativa “[...] considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las”.

Dentro dessa perspectiva, para Gil (1999, p.42), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um “[...] processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

O presente trabalho é focado na viabilidade de otimização de processos, portanto, representa uma pesquisa aplicada, de acordo com Prodanov e Freitas (2013) esse modelo tem como propósito obter conhecimentos para soluções de problemas específicos. Para Gil (2007) este tipo de pesquisa utiliza técnicas padrões para a coleta de dados, onde existem informações e características da situação, assim, este tipo de estudo pode ser definido como pesquisa descritiva.

Nesse sentido, para a resolução de cálculos de viabilidade e de eficiência precisamos de dados, os mesmos deverão ser correspondentes aos valores gastos na construção da ferramenta, custos de produção do processo original, custos do novo processo e tempo de disponibilidade após investimento.

3.1 COLETA DE VALORES REFERENTES À NOVA FERRAMENTA

Como todo trabalho voltado ao cálculo de viabilidade de algum investimento, é preciso ter em mãos os valores investidos no determinado projeto. Na presente pesquisa foi realizada a construção de uma ferramenta específica de estampagem de chapa metálica, com enfoque em reduzir a carga de trabalho dos equipamentos de puncionar e, conseqüentemente, realizar um investimento que gerasse um retorno favorável.

Para a coleta de dados foram analisadas ordens de serviços respectivas aos itens que fazem a composição da ferramenta, onde se obteve o tempo de construção e maiores informações sobre matéria-prima utilizada. Com esses dados deu-se início ao cálculo de custo de fabricação da ferramenta. Todos estes dados se encontram em um sistema interno da empresa em qual foi realizado o estudo.

3.2 COLETA DE DADOS REFERENTES À PRODUTIVIDADE DO PROCESSO ORIGINAL DE FABRICAÇÃO

No sistema antigo de fabricação, se obtinha o produto final através de conformações realizadas individualmente em uma puncionadeira. A retirada da carga deste equipamento tem o enfoque de disponibilizar horas de trabalho, para que possam ser fabricados itens que realmente necessitam desta máquina para serem conformados.

Como já haviam substituído o processo de conformação de chapas de passarelas para o novo modelo de fabricação, utilizando a ferramenta, não havia registro do tempo real de fabricação no modelo antigo. E, para que esses valores fossem mensurados, foi solicitada a produção de um item estampado na puncionadeira, então foi realizada a contagem do tempo, com esses valores foi possível reunir custos de hora/máquina e realizar os cálculos reais de custo da produção do modelo original.

3.3 COLETA DE DADOS REFERENTES À PRODUTIVIDADE DO PROCESSO NOVO DE FABRICAÇÃO

Na sequência do investimento realizado, os produtos em questão passaram a ser produzidos em uma prensa hidráulica de 250 ton., na qual os valores de hora/máquina foram estipulados pelo financeiro da empresa. Cada ciclo se tornou mais lento, porém, realizando 36 operações simultaneamente. Para a coleta de dados deste processo foi contabilizado o tempo necessário para a fabricação de um item. Com os valores em questão deu-se início aos cálculos de custo do processo novo.

3.4 HISTÓRICO DE PRODUÇÃO DAS CHAPAS DE PISOS DE PASSARELAS

Foram realizadas coletas de dados da produção dos itens que são fabricados na nova ferramenta, mais precisamente, um cálculo baseado no histórico de um ano, para se inferir uma média confiável, visto que, a produção varia de acordo com as épocas de plantio e colheita agrícola. Dentro deste período, foi estipulada a

quantidade média fabricada de cada modelo de chapa dos pavimentos de passarelas.

3.5 TEMPO DE HORA/MÁQUINA DISPONIBILIZADOS NO PROCESSO ORIGINAL

Um dos principais objetivos do investimento como já comentado, foi gerar horas disponíveis ao equipamento de puncionar, para que fosse possível realizar a fabricação de itens que somente ali poderiam ser produzidos. Após o investimento realizado, o tempo de fabricação antes necessário para suprir a demanda de pisos de passarelas, tornou-se disponível ao equipamento de puncionar. Esses valores são considerados como um ganho de produção, resultantes da multiplicação do tempo original de fabricação pela média mensal de produção.

3.6 CÁLCULOS DE VIABILIDADE

Para verificar se o investimento realizado foi viável ou não, utilizaram-se como base todos os dados coletados durante o processo. Como critério de verificação foram utilizados três tipos de cálculos, sendo eles: *Payback*, VPL e TIR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DADOS PARA CÁLCULO DE CUSTO DE FABRICAÇÃO DA FERRAMENTA

Primeiramente, foram coletados todos os dados referentes à fabricação da ferramenta de estampagem, dentre eles, se encontram: valores de mão de obra, custos de matéria-prima e componentes industrializados.

Para a coleta de tempo, necessária para a confecção da ferramenta, utilizaram-se os valores apontados por ordens de serviços. Esses dados, retirados do sistema, juntamente com os custos respectivos de hora/máquina foram fornecidos pelo setor financeiro, principal responsável por este cálculo.

No decorrer do estudo dois equipamentos foram utilizados para a fabricação, um centro de usinagem modelo MV-760ECO (FR03) e uma fresadora modelo KLEVER (FR02) como se identifica nas Figuras 6 e 7, respectivamente.



Figura 6: Centro de Usinagem

(Fonte: Consilos, 2019)



Figura 7: Fresadora Klever

(Fonte: Consilos, 2019)

Com os dados de tempo e custos coletados, a Tabela 1 se refere aos processos realizados no Centro de usinagem.

Tabela 01: Custos de Usinagem CNC (FR03)

CUSTO DOS ITENS FABRICADO NO CENTRO DE USINAGEM				
Código de componentes da ferramenta	Descrição de componentes	Tempo de fabricação (min)	Custo de fabricação (min)	Total
161455	Base superior	540	R\$ 1,6088	R\$ 868,75
161456	Porta punção	720	R\$ 1,6088	R\$ 1.158,34
161457	Prensa chapa	960	R\$ 1,6088	R\$ 1.544,45
161458	Porta matriz	970	R\$ 1,6088	R\$ 1.560,54
161460	Base inferior	480	R\$ 1,6088	R\$ 772,22
TOTAL				R\$ 5.904,30

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

Para os itens usinados e ajustados foi utilizado o equipamento Fresadora, seus respectivos tempos e custos se encontram na Tabela 2.

Tabela 2: Custos de usinagem convencional (FR02)

CUSTOS DOS ITENS FABRICADOS NA FRESADORA (FR02)				
Código de componentes da ferramenta	Descrição de componentes	Tempo de fabricação (min)	Custo de fabricação (min)	Total
161455	Base superior	350	R\$ 1,0858	R\$ 380,03
161456	Porta punção	600	R\$ 1,0858	R\$ 651,48
161457	Prensa chapa	650	R\$ 1,0858	R\$ 705,77
161458	Porta matriz	550	R\$ 1,0858	R\$ 597,19
161460	Base inferior	340	R\$ 1,0858	R\$ 369,17
TOTAL				R\$ 2.703,64

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

Foram coletados, na sequência, os custos para aquisição de matéria-prima, nesses itens se encaixam materiais utilizados na parte estrutural da ferramenta, assim como: base, porta punção, porta matriz, etc. Como demonstrado na Tabela 3, todos foram fabricados em AÇO 1045 e considerados os valores respectivos pelo custo da matéria por KG.

Tabela 3: Custos de matéria-prima dos componentes da ferramenta

MATÉRIA PRIMA DOS COMPONENTES DA FERRAMENTA				
Código de componentes da ferramenta	Descrição de componentes	Peso bruto (kg)	Custo (Kg)	Total
161455	Base superior	78,5	R\$ 4,8174	R\$ 378,17
161456	Porta punção	78,5	R\$ 4,8174	R\$ 378,17
161457	Prensa chapa	78,5	R\$ 4,8174	R\$ 378,17
161458	Porta matriz	78,5	R\$ 4,8174	R\$ 378,17
161460	Base inferior	91,2	R\$ 4,8174	R\$ 439,35
161461	Calço 01	45,1	R\$ 4,8174	R\$ 217,26
161462	Calço 02	19	R\$ 4,8174	R\$ 91,53
161093	Calço 03	71,9	R\$ 4,8174	R\$ 346,37
161094	Calço 04	26	R\$ 4,8174	R\$ 125,25
161095	Calço 05	139,8	R\$ 4,8174	R\$ 673,47
TOTAL				R\$ 3.405,90

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

Os itens que exigem um material mais resistente a esforços e desgastes por atrito, foram comprados em empresas especializadas em fabricação e tratamento térmico. Dentre eles estão: pino liso, bucha guia, punções e matrizes, os seus valores estão explícitos na Tabela 4.

Tabela 4: Custo dos componentes de estampo

COMPONENTES DE ESTAMPO				
Código do componentes	Descrição do componente	Quantidade	Valor unitário	Valor total
99999901838	Bucha guia	39	R\$ 90,00	R\$ 3.510,00
99999901840	Punção repuxo	13	R\$ 160,00	R\$ 2.080,00
99999901836	Punção D22	13	R\$ 180,00	R\$ 2.340,00
99999901837	Punção D15	13	R\$ 160,00	R\$ 2.080,00
9999990184	Mola D25x89	14	R\$ 32,00	R\$ 448,00
99999901428	Mola D50x102	4	R\$ 85,00	R\$ 340,00
99999901442	Pino liso	4	R\$ 84,26	R\$ 337,04
99999901444	Bucha B11	8	R\$ 91,93	R\$ 735,44
TOTAL				R\$ 11.870,48

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

Na etapa subsequente ocorreu a compra da matéria-prima, usinagens CNCs, convencionais, ajustes e montagens. Nesse sentido, na Tabela 5, é possível verificar detalhadamente os valores finais de investimento realizado pela empresa na fabricação da ferramenta.

Tabela 5: Custos finais do processo de fabricação da ferramenta

CUSTO TOTAL DE FABRICAÇÃO DA FERRAMENTA	
ITEM	CUSTO
Mão de obra (FR02)	R\$ 2.703,64
Mão de obra (FR03)	R\$ 5.904,27
Matéria prima	R\$ 3.405,86
Componentes de estampo	R\$ 11.870,48
TOTAL	R\$ 23.884,25

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

4.2 MODELO DE FABRICAÇÃO DA CHAPA DE PASSARELA NO PROCESSO ORIGINAL

Para a fabricação das chapas dos pisos das passarelas, no processo original, utilizam-se processos de conformação em uma máquina de puncionar. Trata-se de um processo de estampagem e conformação realizado por três ferramentas. Portanto, para realizar as duas linhas adicionais eram necessários 39 processos de puncionar, realizados por uma máquina do modelo TP09, conforme a da Figura 8.



Figura 8: Puncionadeira TP09 (PN03)

(Fonte: Consilos, 2019)

Para o produto em questão e as ferramentas mencionadas, realiza-se o ciclo com os tempos contabilizados na Tabela 06. Nesta mesma tabela, há códigos diferentes, eles correspondem aos modelos de chapas de pisos de passarelas que a empresa fornece, porém, a única dimensão que os difere é o comprimento, gerando um custo final diferenciado entre eles.

Tabela 6: Fabricação modelo original

Máquina Utilizada	Código dos Piso	Tempo de fabricação	Custos de fabricação	Total
PN03	111702	310	R\$ 0,021427	R\$ 6,64
PN03	112137	208	R\$ 0,021427	R\$ 4,46
PN03	112503	158	R\$ 0,021427	R\$ 3,39
PN03	111798	566	R\$ 0,021427	R\$ 12,13
PN03	92336	444	R\$ 0,021427	R\$ 9,51
PN03	110780	410	R\$ 0,021427	R\$ 8,79
PN03	112947	385	R\$ 0,021427	R\$ 8,25
PN03	111692	341	R\$ 0,021427	R\$ 7,31
PN03	92334	333	R\$ 0,021427	R\$ 7,14
PN03	92309	666	R\$ 0,021427	R\$ 14,27

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

4.2.1 MODELO DE FABRICAÇÃO DA CHAPA DE PASSARELA NO PROCESSO ATUAL

Após a fabricação da ferramenta em questão, mudaram-se os equipamentos utilizados em seu processo e passou-se a utilizar uma prensa hidráulica, com capacidade de 250 toneladas, como se verifica na Figura 9.



Figura 9: Prensa Hidráulica com capacidade para 250 toneladas

(Fonte: Consilos, 2019)

O processo de pensamento teve seus dados coletados e eles estão demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7: Custos de fabricação modelo novo

Máquina utilizada	Código dos pisos	Tempo fabricação	Custo fabricação	Total
PH25	111702	126	R\$ 0,019255	R\$ 2,43
PH25	112137	85	R\$ 0,019255	R\$ 1,64
PH25	112503	65	R\$ 0,019255	R\$ 1,25
PH25	111798	230	R\$ 0,019255	R\$ 4,43
PH25	92336	180	R\$ 0,019255	R\$ 3,47
PH25	110780	166	R\$ 0,019255	R\$ 3,20
PH25	112947	156	R\$ 0,019255	R\$ 3,00
PH25	111692	140	R\$ 0,019255	R\$ 2,70
PH25	92334	135	R\$ 0,019255	R\$ 2,60
PH25	92309	270	R\$ 0,019255	R\$ 5,20

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

4.2.2 CÁLCULO DE EFICIÊNCIA DO NOVO PROCESSO SOBRE O ORIGINAL

Para realizar os cálculos de viabilidade, foram coletados dados de produção de anos anteriores, isso permitiu ter o valor médio mensal fabricado. Na Tabela 8

apresentam-se dos valores coletados em sistema com os respectivos custos, resultando em um lucro semestral.

Tabela 8: Eficiência gerada com o novo processo

Código dos Pisos	Custo Antigo	Custo Novo	Eficiência/peça	Média Produzida/Mês	Eficiência/Mês	Eficiência/Semestre
111702	R\$ 6,64	R\$ 2,43	R\$ 4,21	3	R\$ 12,63	R\$ 75,78
112137	R\$ 4,46	R\$ 1,64	R\$ 2,82	1	R\$ 2,82	R\$ 16,92
112503	R\$ 3,39	R\$ 1,25	R\$ 2,14	2	R\$ 4,28	R\$ 25,68
111798	R\$ 12,13	R\$ 4,43	R\$ 7,70	4	R\$ 30,80	R\$ 184,80
92336	R\$ 9,51	R\$ 3,47	R\$ 6,04	3	R\$ 18,12	R\$ 108,72
110780	R\$ 8,79	R\$ 3,20	R\$ 5,59	1	R\$ 5,59	R\$ 33,54
112947	R\$ 8,25	R\$ 3,00	R\$ 5,25	1	R\$ 5,25	R\$ 31,50
111692	R\$ 7,31	R\$ 2,70	R\$ 4,61	7	R\$ 32,27	R\$ 193,62
92334	R\$ 7,14	R\$ 2,60	R\$ 4,54	4	R\$ 18,16	R\$ 108,96
92309	R\$ 14,27	R\$ 5,20	R\$ 9,07	43	R\$ 390,01	R\$ 2.340,06
EFICIÊNCIA TOTAL SEMESTRAL					R\$	3.119,58

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

4.2.3 TEMPO DE HORA/MÁQUINA DISPONÍVEL

Além da redução de custos no processo de produção, a ferramenta criada tem a pretensão de reduzir parte da carga de produção do equipamento de punção, pois o tempo de hora/máquina disponível é menor que o valor necessário para suprir a demanda mensal. Portanto, o valor de hora/máquina disponível após a fabricação da ferramenta, pode ser considerado como disponibilidade, visto que este tempo pode ser utilizado para fabricação de outros itens. Os valores correspondentes aos tempos disponíveis de hora/máquina estão dispostos na Tabela 9.

Tabela 9: Disponibilidade da máquina após investimento

Código Piso	Média/Mês	Tempo/Peça	Tempo/Mês	Custo/segundo	Custo/Mês	Custo/Semestral
111702	3	310	930	R\$ 0,021427	R\$ 19,93	R\$ 119,56
112137	1	208	208	R\$ 0,021427	R\$ 4,46	R\$ 26,74
112503	2	158	316	R\$ 0,021427	R\$ 6,77	R\$ 40,63
111798	4	566	2264	R\$ 0,021427	R\$ 48,51	R\$ 291,06
92336	3	444	1332	R\$ 0,021427	R\$ 28,54	R\$ 171,24
110780	1	410	410	R\$ 0,021427	R\$ 8,79	R\$ 52,71
112947	1	385	385	R\$ 0,021427	R\$ 8,25	R\$ 49,50
111692	7	341	2387	R\$ 0,021427	R\$ 51,15	R\$ 306,88
92334	4	333	1332	R\$ 0,021427	R\$ 28,54	R\$ 171,24
92309	43	666	28638	R\$ 0,021427	R\$ 613,63	R\$ 3.681,76
Total Semestral					R\$	4.911,33

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

Para obter o real lucro do investimento realizado é necessário somar a disponibilidade da máquina com a eficiência gerada na fabricação das peças em questão, como demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10: Eficiência e disponibilidade total

Eficiência Total Semestral	Disponibilidade Semestral da Máquina	Total
R\$ 3.119,58	R\$ 4.911,33	R\$ 8.030,91

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

4.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO

4.3.1 PAYBACK

Este é um método de cálculo muito utilizado, porém, não exato. Ele identifica o tempo necessário para que o valor investido retorne ao caixa, contudo, apresenta resultados sem muita exatidão, pois não leva em consideração o valor investido no tempo.

Para o cálculo de *Payback* simples, foram coletados os dados de retorno financeiro após o investimento. Na empresa em que foi realizado o estudo utiliza-se como base para definição se o investimento é viável ou não, e o tempo precisa ser inferior ou igual a quatro semestres.

Como demonstrado na Tabela 11, a cada semestre observa-se um lançamento de fluxo de caixa, ou seja, o valor de retorno após o investimento, este valor vai abatendo o valor acumulado.

Tabela 11: Cálculo de *Payback*

VALORES PARA FLUXOS DE CAIXA SEMESTRAL DO PROJETO					
Semestres	0	1	2	3	4
Fluxos de caixa	R\$ -	R\$ 8.030,91	R\$ 8.030,91	R\$ 8.030,91	R\$ 8.030,91
Valor acumulado	-R\$ 23.884,25	-R\$ 15.853,34	-R\$ 7.822,43	R\$ 208,48	R\$ 8.239,39

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

Se utilizarmos a equação 1, temos o seguinte resultado:

$$PAYBACK = \frac{R\$ 23.884,25}{R\$ 8.030,91}$$

$$PAYBACK = 2,974 \text{ Semestres}$$

Com o cálculo realizado verifica-se que o investimento trará a empresa um retorno semestral de R\$ 8.030,91, no entanto, o investimento terá retornado aos caixas da empresa em 2,974 semestres, comprovando sua viabilidade.

4.3.2 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

Para o cálculo de VPL foram utilizados alguns valores resultantes após o investimento realizado e uma taxa definida pela empresa, ela que pode ter duas maneiras de ser analisada. Este cálculo utilizará valores referentes ao retorno semestral e 12% como base. Com a aplicação da equação 2 obtém-se o resultado exposto na Tabela 12:

Tabela 12: Cálculo de VPL

TMA	Fluxo de caixa	Retorno de caixa semestral	VPL
12%	- 23.884,25	8.030, 91	R\$ 453,95

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

O resultado do VPL foi de R\$ 453,95, levando em consideração as condições já citadas verifica-se a aceitação do investimento.

4.3.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A TIR é utilizada como uma taxa de descontos, assim os valores vão se atualizando para o começo do investimento. Para fins de cálculo do TIR, foi utilizado o fluxo de caixa do projeto em questão. Para a realização do cálculo foi aplicada a equação 3 e o resultado pode ser verificado na Tabela 13.

Tabela 13: Cálculo de TIR

Fluxo de caixa	Retorno de caixa semestral	TIR
- 23.884,25	8.030, 91	13%

(Fonte: Dados da Pesquisa, 2019)

Com o cálculo da TIR, obteve-se o resultado de 13%. Levando em consideração a fala de Duarte (2019), o valor precisa no mínimo estar positivo, isto é, quanto maior a taxa resultante melhor e mais aconselhável é o investimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou a verificação da viabilidade econômica e a eficiência para o investimento, realizado no setor de estamparia da empresa em questão. O investimento realizado partiu do princípio de reduzir a demanda mensal do equipamento de puncionar e, conseqüentemente, reduzir os custos de fabricação das chapas para piso de passarela. Porém, não havia valores exatos sobre a viabilidade do investimento. Então, o desenvolvimento desta pesquisa, possibilitou a verificação de viabilidade econômica para o investimento realizado.

Para que a viabilidade fosse comprovada, foram realizados três cálculos de viabilidade econômica, sendo eles: o *Payback*, TIR e VPL. O *Payback* resulta no tempo necessário para que o investimento retorne aos caixas da empresa. O TIR, por sua vez, utiliza os fluxos de caixa após o investimento e o VPL que também utiliza os fluxos de caixa juntamente com a taxa de desconto.

Todos os dados necessários para dar sequência aos cálculos de viabilidade e eficiência foram coletados, alguns deles estavam registrados em sistema interno da empresa e outros foram coletados durante o trabalho cotidiano. Esses dados foram essenciais para se obter um resultado com maior precisão.

O principal motivo de fabricação dessa ferramenta foi a redução de carga nos equipamentos de puncionar. Os valores coletados e calculados demonstraram que houve uma redução da carga nesses equipamentos, obtendo-se, assim, um resultado positivo, confirmando a sua eficiência.

O cálculo de *Payback* também é estipulado pelas diretrizes da empresa que estabelecem o tempo máximo de retorno, demonstrou que o retorno do investimento para os caixas da empresa seria de 3 semestres, estando o investimento, dentro do padrão da empresa, previsto para um período máximo de 2 anos.

Ao calcular o VPL utilizaram-se os fluxos de caixa e uma taxa definida pela empresa, que no caso foi de 12%. A partir disso, obteve-se valor resultante de R\$ 453,95, indicando um resultado positivo, apontando que o investimento realizado foi eficaz. Já para o TIR atingiu-se o valor de 13%, que também fornece mais um parâmetro que indica a viabilidade econômica dessa aplicação. Com estes resultados conclui-se que o investimento realizado pela empresa foi eficiente, trazendo maior produtividade e competitividade ao produto final.

Nesse sentido, comprovou-se a partir das análises, que com a troca de recursos envolvidos na fabricação das chapas para pavimento de passarelas o processo se tornou mais rápido e econômico. Além disso, verificou-se que o processo se tornou mais enxuto, após a fabricação da ferramenta em questão, pois, durante a coleta de dados ficou evidente que além da redução de custos, provocada pela mudança, obteve-se mais tempo de trabalho disponível no equipamento antigo, e este valor, conseqüentemente, também emerge como lucro.

Dentro dessa conjuntura o presente estudo contribuiu para que a empresa pudesse verificar a importância de se obter um levantamento prévio sobre custos e retornos, a curto ou longo prazo, dos investimentos realizados. Com isso, podem-se verificar possíveis aplicações que resultarão em melhorias significativas em relação ao investimento.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decorrer do presente estudo, surgiram alguns aspectos interessantes para uma pesquisa mais detalhada. Como sugestões para trabalhos futuros, citam-se:

- Conduzir estudos para a automatização da linha de produção dos pisos de passarelas;
- Estudos voltados para futuras aquisições de máquinas, que possam substituir mais processos realizados por punçoneiras;
- Futura ampliação da ferramenta, para que realize mais conformações por ciclo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADAS, M. F. L. **Pré-projeto de estampo para fabricação da tampa de embreagem para veículos de passeio**. 2016. 89f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

CONSILOS. **Estruturas industriais**. 2019. Disponível em: <<http://www.consilos.com.br/>>. Acesso em: 01 Out. 2019.

DALEFFE, A. **Estudo do processo de estampagem incremental em chapa de alumínio puro**. 2008. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

DAVIS, J. R. **Handbook ASM: Forming and Forging**. Ohio: ASM International, 1993.

DUARTE, J. **Análise de Viabilidade de Projetos: Detalhes de como fazer**. 2019. Disponível em: <<https://www.gp4us.com.br/analise-de-viabilidade/>>. Acesso em: 15 Out. 2019.

EHRLICH, P. J.; MORAES, E.A. **Engenharia Econômica: avaliação e seleção de projetos de investimento**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

FONSECA, Y. D. **Técnicas de avaliação de investimentos**: uma breve revisão da literatura. 2010. Disponível em: <http://www.infinitaweb.com.br/albruni/artigos/a0303_CAR_AvalInvest.pdf>. Acesso em: 10 Out. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GITMAN, L.J. **Princípios da administração financeira**. São Paulo: Pearson, 2010.

KOBAYASHI, S.; OH, S. I.; ALTAN, T. **Metal forming and the finite element method**. New York: Oxford University Press, 1989. 377p.

LASCOE, O. D. **Handbook of Fabrication Processes**. Ohio: ASM International, 1988.

LINDEMAYER, R. M. **Análise da viabilidade econômico-financeira do uso do biogás como fonte de energia elétrica**. 2008. 105f. Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MORENO, M. E. **Desenvolvimento e implementação de metodologia de otimização da geometria do *Blanck* em processos de conformação de chapas metálicas**. 2000. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

MORESI, E. **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003. Disponível em: <http://ftp.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/1370886616.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2019.

PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

RASOTO, A.; GNOATTO, A.A.; OLIVEIRA, A.G. de.; ROSA, C.F. da; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, H.A. de; LIMA, I.A. de; LIMA, J.D. de; TRENTIN; M.G.; RASOTO, V.I. **Gestão Financeira: enfoque em inovação**. Curitiba: Aymará, 2012.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SALIM, C. S. **Construindo planos de empreendimentos: negócios lucrativos, ações sociais e desenvolvimento local**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

SCHAEFFER, L. **Conformação mecânica**. Porto Alegre: Editora da UFRS, 1999.

SCHUBERT, P. **Análise de investimentos e taxa de retorno**. São Paulo: Ática, 1989. 99p.

SCHÜLER, L. **Metal Forming Handbook**. Germany: Berlin Springer, 1998.

SOARES, J. A. R. **A análise de risco, segundo o método de Monte Carlo, aplicada à modelagem financeira das empresas**. 2006. 95f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, Porto Alegre, 2006.

SOUZA, J. H. C. **Estudo do processo de corte de chapas por cisalhamento**. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

UNISTAMP®. **Solução em máquinas e ferramentas**. 2019. Disponível em: <<https://www.unistamp.com.br/>>. Acesso em: 05 Set. 2019.

VERAS, L.L. **Matemática financeira: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

ZAGO, C.A.; WEISE, A.D.; HORNBERG, R.A. **A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas**. In: Anais do VI CONVIBRA - Congresso Virtual Brasileiro de Administração. 2009. p. 1-15.