



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro 2022

Análise da viabilidade econômica no processo de automação de uma prensa hidráulica na indústria automotiva

Cleriston Douglas Teixeira

Engenharia de Produção – Centro Universitário Adventista de São Paulo

Murilo Avancini Marinho

Engenharia de Produção – Centro Universitário Adventista de São Paulo

Aroldo José Isaias de Moraes

Engenharia de Produção – Centro Universitário Adventista de São Paulo

Resumo: Com a competitividade e novas tecnologias sendo aprimoradas a todo momento, surge a necessidade das empresas se inovarem para alcançar processos cada vez mais eficientes. Investimentos na área de automação e tecnologia, trazem aumento de produtividade, confiabilidade e qualidade, além de reduzir custos e conseqüentemente trazer maiores lucros para a empresa. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo, analisar a viabilidade de um projeto de automação que visa aumentar a capacidade produtiva de um processo de estampagem de metais. Para a conclusão dos resultados, são apresentados os dados como capacidade de produção, demanda e valores financeiros, juntamente com indicadores econômicos como *payback*, valor presente líquido e taxa interna de retorno. Com os dados obtidos e o estudo finalizado, pode ser definido que a automação é economicamente viável para a empresa.

Palavras-chave: investimento, automação, prensa hidráulica, viabilidade.

Analysis of economic viability in the automation process of a hydraulic press in the automotive industry

Abstract: With competitiveness and new technologies being improved all the time, there is a need for companies to innovate to achieve increasingly efficient processes. Investments in automation and technology bring increased productivity, reliability and quality, in addition to reducing costs and consequently bringing greater profits to the company. Therefore, the present study aims to analyze the feasibility of an automation project that aims to increase the productive capacity of a metal stamping process. To conclude the results, data such as production capacity, demand and financial values are presented, along with economic indicators such as *payback*, net present value and internal rate of return. With the data obtained and the study completed, it can be defined that automation is economically viable for the company.

Keywords: investment, automation, hydraulic press, viability

1. Introdução

Segundo Staudt (2011), com o aumento da competitividade surge a necessidade de linhas de produção cada vez mais rápidas, com alta capacidade de volume de trabalho e que ao mesmo tempo tenha qualidade e confiabilidade, isso faz com que as grandes empresas invistam em novas tecnologias, principalmente na área da automação industrial, por trazer aumento de produtividade e redução de custos na produção, conciliados a maior qualidade dos processos e reduzindo perdas.

Segundo Ribeiro (1999) automação é a substituição do trabalho humano por uma máquina. Uma operação automatizada pode ser feita integralmente por uma máquina ou com o mínimo de auxílio humano, e possui mecanismos de atuação próprios e trabalha com ações de tempo e condições pré-determinadas.

Devido ao alto custo para implantação de um sistema é necessário estudar todos os fatores que integram o projeto, para encontrar os benefícios que o mesmo trará para a empresa e com isso criar a análise de viabilidade econômica do projeto (VERAS, 2001).

Para Lapponi (2000) tal análise é de extrema importância para o projeto, pois ela levanta dados, possíveis riscos e resultados que servirão como ponto chave para tomar a decisão de investir ou não em um projeto. Também é importante conhecer o mercado, o retorno que o investimento trará para a empresa e o tempo necessário para recuperar os recursos que foram gastos no projeto.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo geral, realizar a análise de viabilidade econômica do projeto de automatização de uma linha de estampagem de peças metálicas, em uma indústria metalúrgica.

Esta análise será feita através de indicadores econômicos (VPL, TIR e *payback*) com o intuito de auxiliar a empresa na tomada de decisão quanto ao investimento no projeto, demonstrando se ele será viável e o tempo necessário para se obter o retorno do investimento. Para isso serão consideradas a capacidade produtiva prevista do processo, a demanda projetada para os próximos anos e valores financeiros.

2. Fundamentação teórica

2.1 Prensa hidráulica

Prensas hidráulicas são equipamentos que multiplicam forças que estão em nosso dia a dia. Tais forças estão em casas, automóveis e nos comércios, por exemplo. Uma prensa hidráulica pode ter diferentes aplicações, porém todas seguem o princípio de Pascal, que mostra que o aumento de pressão aplicado em um ponto de fluido em repouso se transmite integralmente aos demais pontos do fluido (CONCEITO.DE, 2015).

Depois da invenção da prensa hidráulica, o poder de compactação disponível nas linhas de produção aumentou significativamente e assim o grupo de produtos e opções para outros inventores também. Depois de aplicar o campo de hidráulica nas prensas, criou-se uma classe inteira de novas máquinas, que podem variar de pequenas máquinas de mesa para leigos no assunto até máquinas enormes projetadas para fabricar peças de metal (MECÂNICA INDUSTRIAL, 2019).

Ao trabalhar com este equipamento é importante entender que a quantidade de força que será gerada é baseada no tamanho dos pistões, tanto no tamanho da cabeça do pistão como na distância de movimento. A quantidade de fluido que o pistão consegue movimentar é proporcional à razão das áreas da cabeça do mesmo. Simplificando, um pistão pequeno teria que se movimentar a uma maior distância para ter forças suficientes para movimentar um pistão grande em uma distância considerável (MECÂNICA INDUSTRIAL, 2019).

Equipada com uma matriz, uma prensa hidráulica pode estampar qualquer forma de metal, incluindo partes automotivas como para-choques e portas. Quando usado para flexão pode dobrar qualquer tipo de metal, como tubos em uma grande variedade de formas, como barreiras, escapes de automóveis e linhas para tubulação de freios (MECÂNICA INDUSTRIAL, 2019).

2.2 Análise de viabilidade econômica

É o estudo que, através de verificações visando prever e estimar o desempenho de um projeto, prova que um investimento está dando retorno de alguma forma para a empresa. Para realizar de forma prática e precisa são utilizados alguns indicadores, como *payback*, VPL (Valor presente líquido) e TIR (Taxa interna de retorno) (SOUZA & CLEMENTE, 2008; BORDEAUX-REGO, 2015).

Casarotto Filho e Kopittke (2010) afirmam que antes de realizar o estudo de viabilidade econômica, deve-se escolher os métodos que serão utilizados no final para a tomada de decisão. Muitas vezes um projeto pode ser negado simplesmente pelo custo que a empresa terá que investir, portanto é crucial ter um valor já pré-fixado dos custos que possivelmente virão depois que o projeto for finalizado e com os dados que serão obtidos com a análise é possível prever esses custos. Para tomar decisões antes, durante e após é de grande importância saber desses custos (LIMA, 2019).

Para estabelecer bons critérios de decisão, é necessário criar um ambiente com modelo matemático para conhecer, simular e interpretar os indicadores que foram obtidos através dos cálculos. Esse deve ser o ponto de partida para a análise de viabilidade econômica (ROCHA, 2009).

2.3 *Payback* descontado

De acordo com Assaf Neto e Lima (2010) o método de *payback* descontado é usado para apontar quanto tempo leva para o investimento feito se igualar a entrada de caixa considerando o valor do dinheiro no tempo. Este método se assemelha bastante com o *payback* simples, a grande diferença é o uso do valor presente do fluxo de caixa para calcular o retorno financeiro investido.

Para obter o valor de *payback* descontado é utilizada a equação 1.

[1]

$$PV = \frac{FV}{(1+i)^n}$$

onde:

PV = valor descontado;

FV = valor futuro;

I = taxa de desconto;

N = período.

Depois de feito o cálculo, analisa-se se o prazo obtido é menor ao prazo máximo que foi previamente estabelecido. Caso seja menor, o projeto pode ser aceito, caso contrário, o projeto não deve continuar (BISCHOFF, 2013).

2.4 Valor presente líquido (VPL)

O método de valor presente líquido (VPL) é usado por especialistas quando se trata de uma decisão para investimentos. Esse método considera o valor temporal financeiro, ou seja, o

dinheiro que está disponível no presente vale mais do que no futuro, pois o mesmo pode ser investido e gerar mais lucro. Também permite uma decisão mais precisa quando se há dois investimentos sendo estudados, porque considerando fluxos futuros aos valores do presente, tais fluxos podem ser analisados em conjunto (FONSECA & BRUNI, 2010).

Para se calcular o VPL é utilizada a equação 2.

[2]

$$VPL(i_M) = -I + \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + i_M)^t}$$

VPL = valor presente líquido do investimento sendo estudado;

I = Investimento ou capital a ser aplicado;

R_t = Receita utilizada ao final do período t ;

C_t = Despesa no final do período t ;

n = vida útil do projeto;

i_M = Taxa mínima de atratividade, ou seja, taxa de juros fornecida pelo mercado financeiro.

Esse valor (VPL) mensura o lucro ou prejuízo líquido antes de implantar um projeto. Para um projeto que está sendo analisado o VPL precisa ser positivo para apresentar viabilidade econômica (FERREIRA, 2009).

2.5 Taxa interna de retorno (TIR)

Trata-se de uma técnica de orçamento de capital, uma taxa composta recebida pela empresa depois de investir em um projeto. Considera-se as entradas de caixa previstas (GITMAN, 2010).

Para Gitman (2010) para uma empresa aumentar a riqueza de acionistas e seu valor comparado com o mercado, é recomendado aceitar projetos apenas com TIR maior que o custo de capital.

A TIR é usada quando se encontram dados controversos na taxa mínima de atratividade (TMA) e, além disso, a TIR pode ser duvidosa quando os fluxos de caixa que foram projetados no projeto apresentarem valores negativos. Essa dúvida pode surgir quando há novos investimentos no próprio projeto (LANG; GLOERFELD; GIROD, 2015).

O TIR é calculado de acordo com a equação 3.

[3]

$$TIR = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1 + i)^j} = 0$$

Em que:

TIR: é a taxa interna de retorno;

FC_j : é o fluxo de caixa líquido em i ;

n : é a duração do projeto analisado.

Se o resultado do TIR obtido for maior que a TMA, então o projeto é viável no aspecto econômico, pois a empresa terá mais lucro investindo no projeto do que na TMA. Caso o TIR seja menor que a TMA, o investimento não será atrativo, já que um investimento de

mínimo retorno e igualado a Taxa Mínima de Atratividade será economicamente indiferente para a empresa (GRAÇA ET AL, 2000)

3. Metodologia

O presente estudo é classificado como estudo de caso por ter característica investigativa e caráter empírico. Onde ocorre a exploração de uma situação real, a partir de dados obtidos, aplicando conceitos embasados na teoria (MIGUEL, 2007).

Para Gil (2007), o estudo de caso é um estudo detalhado sobre objetos, indivíduos, organizações ou fenômeno, podendo ser utilizado em várias áreas do conhecimento.

Segundo Miguel (2007), para a condução da pesquisa, se faz necessário definir a estrutura conceitual teórica, desenvolver protocolo para coleta dos dados, testar procedimentos de aplicação, analisar os dados e gerar o relatório de conclusão.

Este estudo de caso possui natureza qualitativa, onde, através da análise dos dados obtidos, será possível qualificar os resultados e auxiliar na tomada de decisão.

4. Estudo de caso

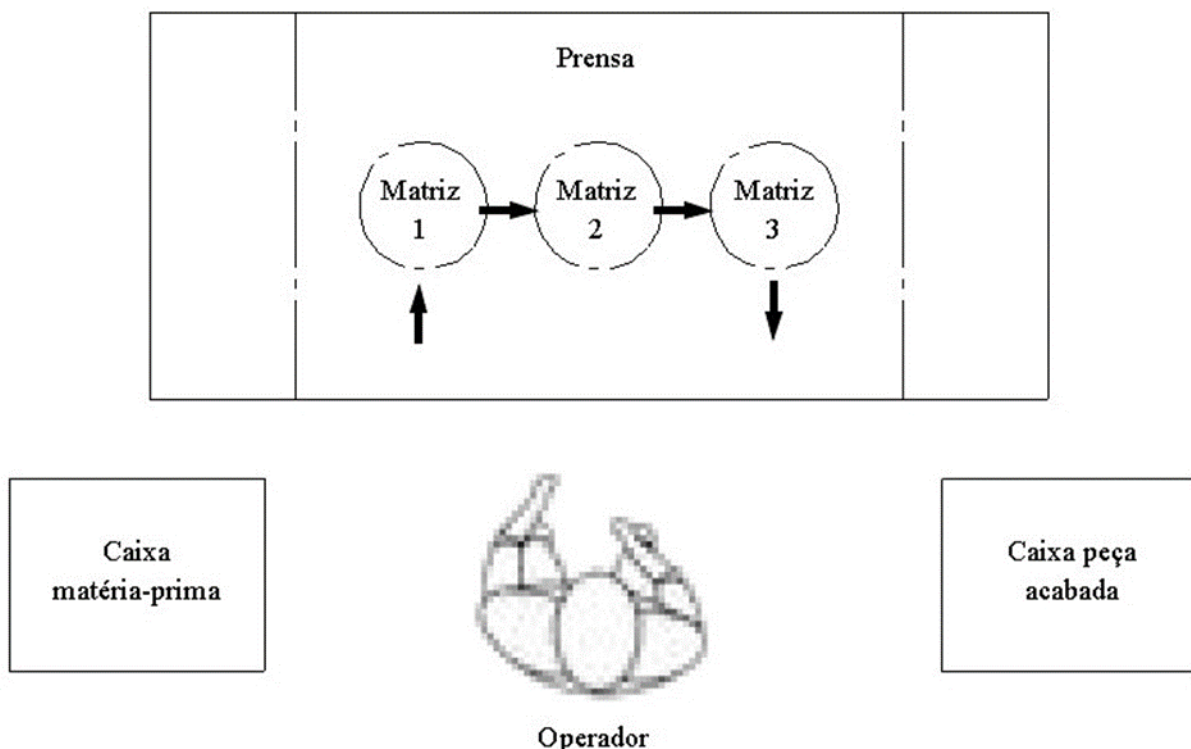
4.1 A Empresa

A empresa estudada trata-se de uma metalúrgica de nível mundial, que atua no setor automotivo fabricando diversos componentes de veículos leves e pesados para diferentes montadoras. O estudo foi realizado no setor de estampagem de peças metálicas em uma de suas fábricas que está situada no interior de São Paulo, fabricando peças do conjunto de freio de veículos leves.

4.2 Processo manual de estampagem

O processo de produção é composto por uma prensa hidráulica com três matrizes de estampagem que moldam a peça com as características desejadas e um operador. Todo o processo é realizado de forma manual pelo operador, que é responsável pelo abastecimento da prensa com matéria-prima, troca da peça nas matrizes, acionamento da prensa e dispor a peça acabada na embalagem, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Processo de estampagem manual



Fonte: Empresa Estudada (2022)

A linha de produção opera em três turnos e são feitas cinco diferentes peças que por terem sequência de produção e características parecidas possuem o mesmo tempo padrão de fabricação.

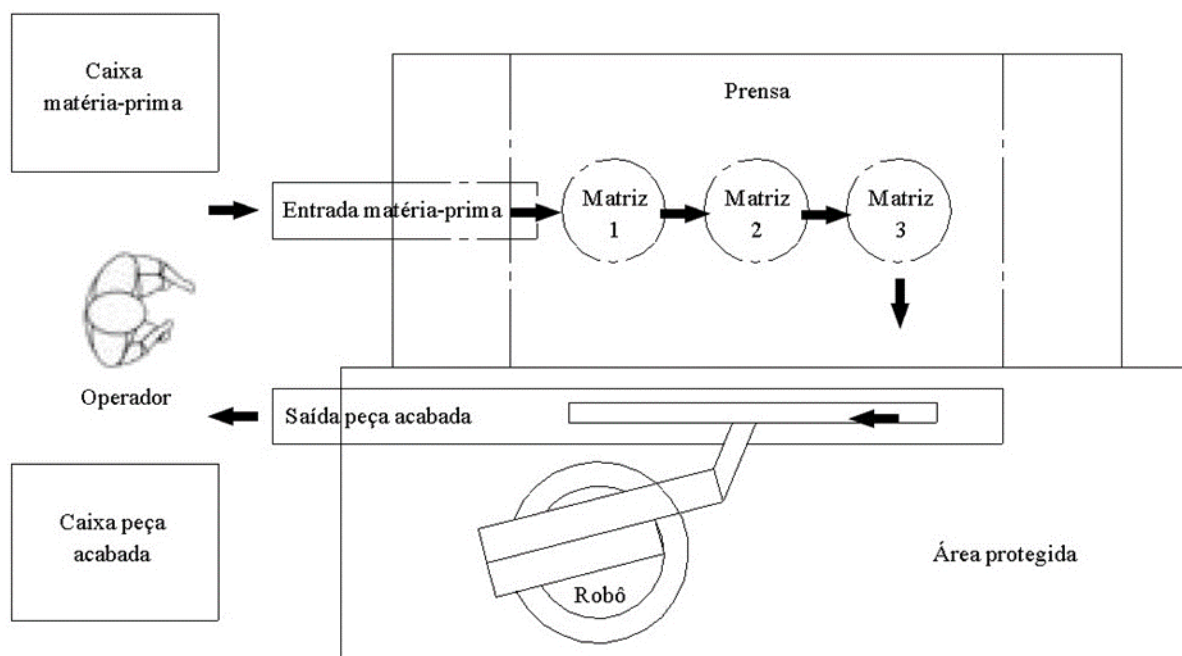
4.3 Processo automatizado de estampagem

Visto que o maior agravante no tempo de produção eram as atividades realizadas pelo operador, a proposta de automatização vem com o objetivo de minimizar ao máximo as atividades humanas, sendo então, realizadas com maior agilidade por um braço robô que fará toda a movimentação de troca das peças nas matrizes. Além do braço robô a proposta também sugere o acionamento automático da prensa por sensores, alimentação automática de matéria-prima e uma esteira automática para saída de peças acabadas.

A participação do operador será colocar a matéria-prima no alimentador e retirar a peça acabada da esteira e colocá-la na caixa de peças acabadas.

O setor contará com um novo layout de trabalho, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Processo de estampagem automatizado



Fonte: Empresa Estudada (2022)

A automatização também fará com que o processo seja mais preciso, aumentando a confiabilidade e qualidade do processo.

4.4 Capacidade produtiva

Para o estudo foi utilizada a capacidade produtiva efetiva dos dois processos, que segundo Staudt (2011) é a quantidade de peças que podem ser produzidas com as jornadas de trabalho, considerando as paradas planejadas como refeições, *setup* s e manutenções.

A capacidade produtiva efetiva do processo manual é de 1.025.829 peças por ano.

De acordo com setor técnico da empresa, a agilidade do processo automatizado trará um aumento de produtividade de 80%, tendo capacidade efetiva de produzir cerca de 1.830.118 peças por ano.

4.5 Demanda

Até o ano de 2021, a demanda de peças era suprida utilizando menos de 80% da capacidade efetiva da linha, porém, com o aumento da demanda em 2022, a utilização da capacidade produtiva passou para 90%, fazendo com que a empresa corra o risco de ter dificuldades para atender a demanda caso ocorram paradas inesperadas na linha de produção, visto que a capacidade efetiva considera apenas as paradas programadas, desconsiderando paradas como quebras de máquina, falta de matéria-prima, entre outras (STAUDT, 2011).

De acordo com a empresa, a demanda para os próximos anos continuará aumentando, como indicado na Tabela 1.

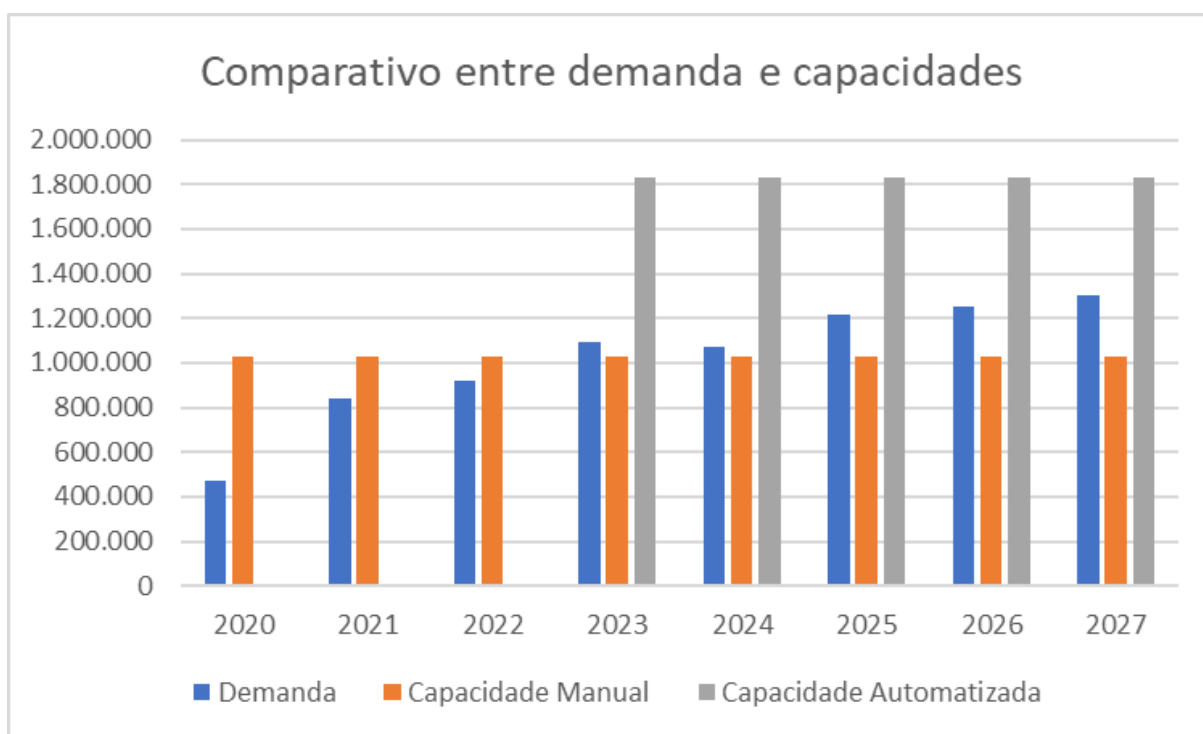
Tabela 1 – Demanda anual planejada

Item	2022	2023	2024	2025	2026	2027
A	244.800	288.000	403.000	436.000	468.000	468.000
B	314.500	370.000	371.000	311.700	380.600	400.600
C	244.800	288.000	403.000	436.000	468.000	468.000
D	314.500	370.000	371.000	311.700	380.600	400.600
E	34.000	40.210	57.567	79.621	91.882	108.790
Total	1.152.600	1.356.210	1.605.567	1.575.021	1.789.082	1.845.990

Fonte: Empresa Estudada (2022)

Visto que a linha de produção com processo manual está próxima da sua capacidade efetiva total e sua demanda aumentando nos próximos anos para quantidades acima da capacidade atual, foi levantada a proposta de automatização do processo. Com o aumento na agilidade do processo e conseqüentemente os ganhos de produtividade, o processo automatizado será capaz de atender todas as demandas projetadas, utilizando cerca de 65% de sua capacidade efetiva. As diferenças entre as capacidades com relação a demanda estão na figura 3.

Figura 3 – Gráfico de capacidade e demanda



Fonte: Empresa Estudada (2022)

4.6 Dados para viabilidade econômica

Os valores e custos apresentados na tabela 2 são referentes ao preço de cada item e os custos relacionados ao mesmo, incluindo custo de mão de obra direta (MOD), custos variáveis, custos fixos e custo de matéria-prima (MP).

Os valores de custo de mão de obra direta, custos variáveis e custos fixos são referentes ao processo automatizado e foram obtidos a partir de uma taxa fornecida pelo setor de controladoria da empresa, multiplicada pelo tempo padrão de cada item. O tempo padrão é o tempo necessário para produzir uma peça, no cálculo o tempo padrão foi multiplicado por 0,85 para considerar a capacidade efetiva da linha de produção que é de 85% da capacidade disponível.

Tabela 2 – Valores e custos por peça

Item	Preço do item	Custo MOD	Custo variável	Custo fixo	Custo MP
A	R\$ 5,12	R\$ 0,16	R\$ 0,14	R\$ 0,60	R\$ 3,90
B	R\$ 6,84	R\$ 0,16	R\$ 0,14	R\$ 0,60	R\$ 5,44
C	R\$ 5,80	R\$ 0,16	R\$ 0,14	R\$ 0,60	R\$ 4,53
D	R\$ 6,69	R\$ 0,16	R\$ 0,14	R\$ 0,60	R\$ 5,47
E	R\$ 7,59	R\$ 0,16	R\$ 0,14	R\$ 0,60	R\$ 6,38

Fonte: Empresa Estudada (2022)

5. Resultados e discussão

O presente estudo pretende analisar a viabilidade econômica, considerando aspectos produtivos e financeiros do projeto de automação da linha de estampagem, composto pelos

custos com o investimento na automatização, adaptações no processo e nas matrizes, apresentados na tabela 3.

Descrição	Valor
Robô	R\$ 150.000,00
Transfer	R\$ 300.000,00
Adaptações no processo	R\$ 110.000,00
Adaptações nas matrizes	R\$ 40.000,00
Total	R\$ 600.000,00

Fonte: Empresa Estudada (2022)

Como base para a análise, a taxa mínima de atratividade (TMA) e a taxa utilizada para o VPL será a atual taxa Selic (taxa básica de juros da economia), utilizada para controlar a inflação, que segundo o Banco Central do Brasil (2022) é de 13,75%.

Os cálculos apresentados nesta seção foram feitos com o auxílio do *software excel*, da Microsoft.

5.1 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa foi elaborado a partir da multiplicação entre as demandas planejadas apresentadas na tabela 1 e os valores e custos apresentados na tabela 2, resultando nos valores da tabela 4 que serviram de base para os próximos passos.

Período (ano)	Valor
1	R\$ 408.092,46
2	R\$ 395.159,14
3	R\$ 451.176,96
4	R\$ 465.893,03
5	R\$ 484.810,27

Fonte: Empresa Estudada (2022)

Os períodos do fluxo de caixa são referentes aos anos da demanda projetada, que vai de 2023 a 2027.

5.2 Valor presente líquido (VPL)

Pelas movimentações financeiras possuírem relação com juros e taxas, foi utilizada a atual taxa Selic de 13,75% para definir o valor presente dos fluxos de caixa, e a partir de então verificar o saldo dos períodos para encontrar o VPL do projeto, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – VPL do projeto

Período (ano)	Fluxo de caixa	Valor presente	Saldo
0 (Investimento)	- R\$ 600.000,00	- R\$ 600.000,00	- R\$ 600.000,00
1	R\$ 408.092,46	R\$ 358.762,60	- R\$ 241.273,40
2	R\$ 408.092,46	R\$ 305.400,13	R\$ 64.162,73
3	R\$ 395.159,14	R\$ 306.543,91	R\$ 370.706,65
4	R\$ 451.176,96	R\$ 278.279,10	R\$ 648.985,75
5	R\$ 465.893,03	R\$ 254.574,43	R\$ 903.560,18
		VPL	R\$ 903.560,18

Fonte: Empresa Estudada (2022)

Com isso, vemos que com a demanda projetada para os próximos anos, a empresa poderá recuperar o investimento realizado e obter um VPL positivo de R\$ 903.560,18, correspondendo a um lucro de 150% do investimento.

5.3 Payback descontado

Como apresentado anteriormente na tabela 5, o saldo passa a ser positivo no período dois, mostrando que o tempo de retorno do investimento está entre o período um e dois.

Substituindo os dados da equação 1, apresentada no tópico 2.3, pelos dados da tabela 5, temos um *payback* descontado de 1,79 anos.

Considerando que o período de *payback* determinado pela empresa deve ser menor que 2 anos, o projeto é aceitável.

5.4 Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno do projeto, obtida com a equação 3 no tópico 2.5 é de 64,42%, bem acima dos 13,75% definida como taxa média de atratividade. Isso mostra que o investimento é rentável financeiramente e está bem acima da taxa de inflação atual.

6. Conclusão

O presente estudo abordou a importância de se realizar a viabilidade econômica e como ela pode auxiliar na tomada de decisão. Com a realização deste estudo de viabilidade econômica, é possível comprovar através de indicadores financeiros que o investimento de automatização do processo é economicamente viável para a empresa, por trazer maior lucro devido ao aumento da capacidade produtiva e a diluição dos custos e *payback* em conformidade com o requerido.

Além dos benefícios econômicos, o investimento fará com que a empresa consiga atender sua demanda, se mantendo forte no mercado. Vale ressaltar que os resultados foram obtidos utilizando a demanda projetada para a empresa, que representa cerca de 65% da capacidade efetiva total do processo automatizado, significando que a empresa tem capacidade para atender uma demanda maior, captando novos clientes ou projetos, aumentando seus lucros e consequentemente tendo o tempo para retorno do valor investido no projeto menor.

Referências

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G.; **Fundamentos de Administração Financeira**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Copom eleva a taxa Selic para 13,75% a.a.** Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/detalhenoticia/17704/nota>. Acesso em: 02 ago. 2022.

BISCHOFF, L. **Análise de projetos de investimentos**. 1 ed. Ferreira, 2013.

BORDEAUX-REGO, R. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. Editora FGV, 2015.

CASAROTTO, N.; KOPITKE, B. H.; **Análise de Investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial. 11.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CONCEITO.DE. **Conceito de princípio de Pascal**. Disponível em: <https://conceito.de/principio-de-pascal>. Acesso em: 02 ago. 2022.

FERREIRA, R. **Engenharia Econômica e Avaliação de Projetos de Investimento**. 1 ed. São Paulo. Editora Atlas S.A., 2009.

FONSECA, Y. D.; BRUNI, A. L. **Técnicas de avaliação de investimentos**: uma breve revisão da literatura. Portal de Desenvolvimento da Bahia. Disponível em: http://www.desenbahia.ba.gov.br/uploads/23082011223843_75Artigo_05.pdf. Acesso em: 09 ago. 2022.

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

GITMAN, L. J. **Princípios da Administração Financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GRAÇA, L. R.; RODIGHERI, H. R.; CONTO, A. J. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação**. Documentos, 50. Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

LANG, T.; GLOERFELD, E.; GIROD, B. **Don't just follow the sun – A global assessment of economic performance for residential building photovoltaics**. *Renew Sustain Energy Reviews*. 2015. doi:10.1016/j.rser.2014.10.077.

LAPPONI; J. C. **Projetos de investimento: construções e avaliação do fluxo de caixa**. São Paulo: Laponi treinamentos, 2000.

LIMA, F. R. S. **Viabilidade econômica e financeira de projetos**. Volta Redonda: FERP, 2019. Disponível em: http://www2.ugb.edu.br/Arquivossite/Editora/pdfdoc/E-BOOK-VIABILIDADE_ECONOMICA.pdf. Acesso em: 30 jul. 2022

MECANICA INDUSTRIAL ETEC. **Conceito primário da prensa hidráulica**. Disponível em: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/507-o-conceito-primario-da-prensa-hidraulica>

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

RIBEIRO, M. A. **Automação Industrial**. 4. Ed. SALVADOR, Tek Treinamento & Consultoria LTDA, 1999.

ROCHA, N. F. C. **Análise de sensibilidade dos estudos de viabilidade na construção de empreendimentos**, 2009. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil). Universidade do Porto, Programa de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Porto.

SILVEIRA, L.; LIMA, W. Q. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial**. Natal. 2003.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

STAUDT, F. H.; COELHO, A. S.; GONÇALVEZ, M. Determinação da capacidade real necessária de um processo produtivo utilizando cadeia de Markov. **Revista Produção**, v. 21, n. 4, p. 634-644, 2011.

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.