

Análise de viabilidade econômica para a automatização de processos em uma indústria de contrapesos de concreto para elevadores.

Henrique Santa Rosa (Pontifícia Universidade Católica do Paraná) henriquesantarosa26@gmail.com

Bruno Kreling Vezozzo (Pontifícia Universidade Católica do Paraná) bruno.kreling@hotmail.com

Eduardo Alves Pereira (Pontifícia Universidade Católica do Paraná) eduardo.alves@pucpr.br

Erica Regina Takano Natti (Pontifícia Universidade Católica do Paraná) erica.natti@pucpr.br

Resumo:

O estudo tem como principal objetivo, analisar viabilidade econômica dos atuais processos produtivos de uma indústria de contrapesos para elevadores, para possível automatização dos mesmos. Para alcançar o objetivo, foram usados vários indicadores financeiros para análise de projetos de investimentos, como o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), *Payback* e Taxa Interna de Retorno (TIR). Com os cálculos feitos, dados coletados e segundo estratégia de crescimento da empresa estudada, foram feitas comparações do atual processo de produção com o novo processo automatizado. Essa pesquisa foi elaborada em forma de Estudo de Caso de natureza exploratória, onde dados quantitativos foram coletados, com intuito de formular hipóteses, seguindo o procedimento metodológico da empresa objeto de estudo. Ao final da pesquisa, utilizando os resultados das análises e comparações, foi possível identificar a viabilidade econômica, bem como as melhorias geradas pela automatização dos processos, reduzindo os custos de fabricação e melhorando as condições de trabalho de seus colaboradores.

Palavras chave: Automatização, Contrapeso, Viabilidade.

Economic feasibility analysis for automation processes in a concrete counterweight industry for elevators.

Abstract:

The main objective of this study is to analyze the economical viability of the current production processes of an elevator counterweight industry, in order to improve automation. To achieve the objective, there are several indicators for analyzing investment projects, such as Net Present Value (NPV), *Payback* and Internal Rate of Return (IRR) calculation. Once the calculations were made, the data collected and according to the company's growth strategy, it was able to compare the current production process with the new automated process. This research was elaborated in the form of a case study of exploratory nature, where quantitative data were collected, with the purpose of formulating hypotheses, following the methodological procedure of the company object of study. At the end of the research, using the results of the analyzes and comparisons, it was possible to identify the economic feasibility, as well as the improvements generated by the automation of processes, reducing the manufacturing costs and improving working conditions of its employees.

Key-words: Automation, Counterweight, Feasibility.

1. Introdução

De acordo com Silveira (2016), a indústria 4.0 é um conceito de indústria onde engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura. Para o Estúdio ABC (2015), no futuro, as linhas de produção confusas e barulhentas serão substituídas por um cenário próprio e a indústria 4.0 será cada vez mais automatizado e controlado por robôs.

Hermann et al (2016) afirma que a Indústria 4.0 tem como objetivo a comunicação entre as pessoas, máquinas e recursos, com intuito de transformar o centralizado controle de processos produtivos em um modelo descentralizado e automatizado.

Em 1973, Sighieri já identifica essa tendência e declara que a principal característica da primeira revolução industrial foi a substituição do trabalho muscular do homem por máquinas.

Para Osvaldo Lahoz Maia (apud, Estúdio ABC, 2015), gerente de inovação e tecnologia do Senai, é apenas uma questão de tempo para que indústrias de todo tipo se adaptem ao conceito de automatização.

Segundo Portinari (2017), o Brasil é um dos países com maior potencial de automatização de mão de obra, atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos na quantidade de trabalhadores que poderiam ser substituídos por máquinas. De acordo com estudo da consultoria McKinsey (apud, Portinari, 2017) 50% dos atuais postos de trabalho no Brasil poderiam ser automatizados.

De acordo com Geraldo (2017), com a globalização, a concorrência tem se tornado cada vez maior. Diante deste cenário, é imprescindível a busca na redução dos custos e modernização dos processos para se manter competitivo no mercado.

Uma alternativa para a redução dos custos a longo prazo é a automatização de processos, Para Groover (2010, p.3) se comparar aos concorrentes internacionais, o uso de equipamentos automatizados compensa a desvantagem com os custos de mão de obra, pois a mão de obra é reduzida, a quantidade de ciclos de produção é diminuída e a qualidade e consistência do produto é aumentada.

Além das vantagens descritas acima, ainda pode-se citar outras, tais quais: segurança, vantagem competitiva, precisão e padronização.

A automação de processos encontra-se distante de ser o único recurso para a melhoria de processos, assim como poderá não ser a solução. Investir em automação é caro, os custos de instalação, operação e manutenção são elevados e ainda exige experiência, estudo e análise de todo o processo antes da tomada de decisão. Para Groover (2010) uma implementação indevida ou mal planejada, poderá levar a empresa graves prejuízos.

Portanto, o estudo para análise de viabilidade econômica para a automatização do processo, será realizado em uma empresa de contrapesos localizada no norte do Paraná.

Por se tratar de uma organização cujo objetivo é satisfazer as necessidades de seus clientes, ganhar a sua lealdade e gerar rentabilidade para seus acionistas, a empresa estudada, opera em um política buscando constantemente melhorias, redução dos custos, modernização, aumento da qualidade e conseqüentemente está aberta para automatização dos processos.

2. Referencial Teórico

2.1. Análise de viabilidade econômica

Para Motta (2002, p.21) a análise de investimentos busca, por meio de técnicas avançadas, utilizando estatística, matemática financeira e informática, encontrar a melhor alternativa para determinada finalidade.

Segundo Wagner (2017) quanto mais informações for possível obter, mais chances de sucesso têm-se no projeto, levando em consideração um ambiente altamente competitivo, cercado por riscos e incertezas.

2.1.1. Fluxo de Caixa

Para Pilão e Hummel (2003, p.4) fluxo de caixa é a relação de pagamento e recebimentos em um determinado período.

Segundo Gonçalves Neto et al. (2009, p.121), o fluxo de caixa “é um procedimento estruturado para se poder avaliar a viabilidade de investimentos. ”

2.1.1.1. Componentes do Fluxo de Caixa

De acordo com Zdanowicz (1998, p.26), os principais recursos que fluem no ingressos e desembolsos de caixa estão listados abaixo:

a) Entradas no caixa: vendas a vista, recebimentos de vendas a prazo, aumentos de capital social, vendas de itens do ativo imobilizado, receitas de aluguéis, empréstimos e resgate de aplicações no mercado financeiro;

b) Saídas de caixa: para financiar o ciclo operacional da empresa, amortizar seus empréstimos ou financiamentos captados e investir em itens do ativo permanente ou aplicar no mercado financeiro.

2.1.2. Markup

Segundo Alves (2012) *Markup* ou *Mark up*, é um índice aplicado sobre o custo de um produto ou serviço para a formação do preço de venda. Consiste basicamente em somar-se ao custo unitário do produto ou serviço uma margem de lucro para obter-se o preço de venda. Pode ser calculado por meio da Equação 1:

$$\text{Mark up} = 100\% - (\text{Total CF} + \text{Total de impostos}) \quad (1)$$

Em que:

Total CF: Total dos custos fixos.

2.1.3. Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Segundo Souza e Clemente (2008) Taxa Mínima de Atratividade é a melhor taxa, com baixo grau de risco, que está disponível para aplicação do capital que está sendo analisado. Antes de investir deve haver a preocupação em investir no projeto ou investir na Taxa Mínima de Atratividade.

A base para estabelecer uma estimativa da TMA é a taxa de juros praticada no mercado. As taxas de juros que mais impactam a TMA são: Taxa Básica Financeira (TBF); Taxa Referencial (TR); Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) e Taxa de Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC). (SOUZA, CLEMENTE; 2008, p. 71).

2.1.4. Payback time descontado

Segundo Bischoff (2013), o período de tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado é denominado de *payback*.

Segundo Bischoff (2013) o *payback time* descontado leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Assim sendo deve-se considerar a taxa de juro que representa a taxa mínima de atratividade (TMA).

Pode-se calcular o valor do *payback time* descontado a partir da Equação 2:

$$\text{Payback time descontado} = \text{Investimento Inicial} + \text{Valor Presente}^n \quad (2)$$

2.1.6. Valor Presente Líquido (VPL)

Para Motta (2002, p.106) quando ocorre a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para o instante presente ($t=0$), a uma dada taxa de juros i , está se calculando o Valor Presente Líquido (VPL).

“O método do Valor Presente Líquido (VPL) com certeza, é a técnica robusta de análise de investimento mais conhecida e mais utilizada” (SOUZA, CLEMENTE 2008, p.74)

O VPL pode ser calculado a partir da Equação 3:

$$\text{VPL} = \text{FC}_0 + \frac{\text{FC}_1}{(1+\text{TMA})^1} + \frac{\text{FC}_2}{(1+\text{TMA})^2} + \dots + \frac{\text{FC}_n}{(1+\text{TMA})^n} \quad (3)$$

Em que:

- FC_0 : valor que representa o fluxo de caixa no período zero, ou seja o investimento. Dentro da fórmula, esse valor entra com um sinal negativo, por representar uma saída de caixa.

- FC_n : valor que representa o fluxo de caixa em determinado período N , geralmente representado por meses ou qualquer outra variação de tempo usada para a análise (anos, por exemplo);

- TMA : Taxa Mínima de Atratividade, que nada mais é do que a taxa de desconto que é utilizada para representar o valor mínimo que um investimento deve obter.

2.1.7. Índice Benefício/Custo (IBC)

Souza e Clemente (2008), afirma que o IBC nada mais é do que uma razão entre o Fluxo esperado de Benefícios de um projeto e o Fluxo Esperado de Investimentos necessários para realiza-lo. Dito isto, o IBC pode ser calculado pela Equação 4:

$$\text{IBC} = \frac{\text{Valor presente do fluxo de benefícios}}{\text{Valor presente do fluxo de investimentos}} \quad (4)$$

2.1.8. Retorno Adicional Sobre o Investimento (ROIA)

Segundo Souza e Clemente (2008) O Retorno Adicional Sobre o Investimento (ROIA), é obtido a partir do IBC, e é a melhor forma de estimar a rentabilidade de um projeto de investimento. Ele representa, em termos percentuais, a riqueza gerada pelo projeto.

Para achar o valor do ROIA, utiliza-se a ajuda da HP12C e insere-se os valores de acordo com o Quadro 1:

-1	=>	PV
Número de períodos	=>	N
IBC	=>	FV

Fonte: Os autores

Quadro 1 – Cálculo do ROIA na HP12C

2.1.9. Taxa Interna de Retorno (TIR)

“A Taxa Interna de Retorno (TIR), por definição, é a taxa que torna o Valor Presente Líquido (VPL) de um fluxo de caixa igual a zero.” (SOUZA, CLEMENTE; 2008, p.81)

De acordo com Motta (2002), A Taxa Interna de Retorno (TIR), é um índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo (Ex: 20% ao ano), mas para que isso ocorra, investimentos e receitas envolvidas deverão existir.

Prates (2016) afirma que pode-se calcular o TIR através da Equação 5:

$$VPL = 0 = \text{Investimento Inicial} + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+TIR)^t} \quad (5)$$

Em que:

- *VPL* = Valor Presente Líquido.
- F_t = fluxo de caixas (receitas – despesas) no período t .
- *TIR* = Taxa Interna de Retorno.

3. Metodologia

A metodologia aplicada nesse trabalho é baseada em livros, revisões bibliográficas de artigos científicos e sites relacionados ao tema, bem como na aplicação dos conhecimentos adquiridos, técnicas e análises necessárias, para então calcular a viabilidade da implementação de máquinas de automação na indústria de contrapesos.

Dados foram coletados, e a pesquisa foi dirigida aos estágios de exploração, classificação e desenvolvimento de hipóteses do processo de construção do conhecimento.

3.1. Classificação e tipologia da pesquisa

O procedimento técnico mais adequado é o de estudo de caso, que de acordo com Fidel (1992), é um método específico de pesquisa de campo, que são investigações de fenômenos à medida que ocorrem, sem qualquer interferência significativa do pesquisador.

Como se trata de um estudo onde análises de viabilidade foram feitas e dados foram coletados para comparação entre processos atuais e futuros, foi escolhida a abordagem quantitativa. De acordo com Miguel (2012), o ato de mensurar variáveis de pesquisa é a característica mais marcante da abordagem quantitativa, podendo ser a única forma de justificar sua adoção.

O objetivo do estudo tem finalidade de pesquisa exploratória, pois segundo Cervo e Silva (2006), a pesquisa exploratória estabelece métodos, técnicas e critérios para elaborar uma pesquisa, visando fornecer informações sobre o objeto desta e principalmente orientar a formulação de hipóteses.

3.2. Procedimentos e técnicas metodológicas

a) Análise de viabilidade econômica, calculando o Payback, VPL, IBC, ROIA e TIR.

Utilizando dados do processo produtivo da empresa (número de contrapesos produzidos nos últimos seis meses, tempo de ciclo de cada processo, número de colaboradores atuantes em cada processo, salário por hora dos colaboradores e impostos presentes nesse mercado) o fluxo de caixa da empresa e os indicadores financeiros para análise de projetos de investimentos (*Payback*, VLP, IBC, ROIA e TIR), foram calculados para analisar a viabilidade econômica do projeto.

b) Comparação dos dados do processo atual com o possível processo automatizado para confirmar ou não a viabilidade do projeto.

Nova capacidade de produção, custo produtivo e número de funcionários necessários foram calculados e comparados com a situação atual da empresa para encontrar melhorias e justificar o projeto de automatização.

4. Coleta e análise de dados

4.1. A empresa

A empresa de contrapesos para elevadores estudada, conta atualmente com uma equipe de 17 colaboradores e está localizada em Ibiporã- PR, cuja sede é na Espanha, porém apresenta filiais nos Estados Unidos, Polônia, Itália e no Brasil.

O processo de produção é basicamente dividido em seis etapas. Atualmente a produção de um contrapeso demora em média 581 segundos, porém como o processo é feito simultaneamente, ela é capaz de produzir aproximadamente de 800 a 1000 itens diários, segundo dados fornecidos pela empresa.

4.1.1. Capacidade produtiva atual

Mesmo atuando com sua capacidade máxima todos os dias, a empresa apresenta uma variação considerável, devido a falta de funcionários e padronização dos processos.

Segundo a empresa estudada, geralmente a falta de funcionários é ocasionada por lesões e fadigas gerada pelo alto esforço físico exercido diariamente, para que os contrapesos possam ser produzidos, e esse é um dos principais motivos para buscar a automatização dos processos.

De acordo com a empresa, a média de produção mensal é de 18.173 contrapesos, variando de 16.345 até 19.318.

4.1.2. Custo de fabricação atual

Segundo a empresa o preço atual final de cada contrapeso, desconsiderando o lucro da empresa, é de R\$20,69. Ela cobra 8% de lucro em seus produtos, portanto o preço final do contrapeso para comercialização é de R\$22,49.

4.1.3. Processos necessários para a automatização

Devido à alta demanda de contrapesos de qualidade para elevadores, e tentando reduzir seu quadro de colaboradores ao máximo, a empresa tem como estratégia, automatizar três processos dos seis existentes.

4.2. Análise de Viabilidade

Levando em consideração que a empresa tem um planejamento estratégico de aumentar sua capacidade produtiva para um possível aumento de demanda futura e melhorar a padronização de seus produtos, foi procurada e encontrada, uma máquina que realiza todas as operações necessárias, automaticamente, e ainda aumenta a capacidade produtiva em aproximadamente 400%, apresentando uma capacidade projetada de 500 contrapesos por hora.

A máquina tem um investimento de inicial de R\$ 600.000,00, e a empresa estipulou um período limite de 5 anos para o pagamento da mesma. Ela possibilitará uma redução de mão de obra em mais de 60%, onde a estimativa é que serão necessários apenas 6 funcionários, em contraste com os 17 trabalhando atualmente. Com base nesses valores a análise de viabilidade foi realizada.

4.2.1. Custo de fabricação futuro

Como o número de funcionários será reduzido para apenas 6, e sua taxa horária é de R\$12,7273 por hora, foi calculado, que o valor do contrapeso sem impostos e sem custo de administração é de R\$ 10,2747, que nada mais é do que a soma dos custos de matéria prima e os custos de mão de obra, conforme observado na Equação 6:

$$\begin{aligned}\text{Custo industrial} &= \text{Total MP} + \text{Total MO} \\ \text{Custo industrial} &= 6,8737 + 3,4010 = 10,2747\end{aligned}\quad (6)$$

Utilizando o valor do *Mark up* e o custo industrial, foi obtido o preço de venda sem o lucro da empresa, por contrapeso, através da Equação 7:

$$\begin{aligned}\text{Preço de venda} &= \text{Custo industrial} / \text{Mark up} \\ \text{Preço de venda} &= 10,2747 / 0,5432 = 18,92\end{aligned}\quad (7)$$

Portando o custo atual final de cada contrapeso, desconsiderando o lucro da empresa, é de R\$ 18,92, em contraste com os R\$ 20,69 do processo atual. Resultando em uma redução de R\$ 1,77 ou 8,55% do valor de cada contrapeso. Considerando 8% de lucro em seus produtos, o futuro preço final do contrapeso para comercialização é de R\$ 20,42.

4.2.2. Fluxo de caixa previsto futuro do projeto de investimento

Utilizando os dados de receitas, custos, despesas e impostos fornecidos pela empresa estudada, foi calculado o fluxo de caixa previsto, levando em consideração a produção mensal média de 18.173 contrapesos, conforme Tabela 1:

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimento	-R\$ 600.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Receitas		R\$ 4.453.112,00	R\$ 4.453.112,00	R\$ 4.453.112,00	R\$ 4.453.112,00	R\$ 4.453.112,00
Custos de Matéria-Prima		-R\$ 1.498.297,11	-R\$ 1.498.297,11	-R\$ 1.498.297,11	-R\$ 1.498.297,11	-R\$ 1.498.297,11
Custos de Mão de Obra		-R\$ 741.343,41	-R\$ 741.343,41	-R\$ 741.343,41	-R\$ 741.343,41	-R\$ 741.343,41
Despesas gerais		-R\$ 689.556,31	-R\$ 689.556,31	-R\$ 689.556,31	-R\$ 689.556,31	-R\$ 689.556,31
Impostos		-R\$ 1.167.666,21	-R\$ 1.167.666,21	-R\$ 1.167.666,21	-R\$ 1.167.666,21	-R\$ 1.167.666,21
Fluxo de caixa previsto	-R\$ 600.000,00	R\$ 356.248,96	R\$ 356.248,96	R\$ 356.248,96	R\$ 356.248,96	R\$ 356.248,96

Fonte: Os autores (2017)

Tabela 1 – Fluxo de caixa previsto

Com base nos dados disponíveis, foi obtido um fluxo de caixa anual previsto de R\$ 356.248,96 para os Anos 1,2,3,4 e 5.

4.2.3. Taxa mínima de atratividade (TMA) do projeto de investimento

A taxa mínima de atratividade do projeto de investimento corresponde ao mínimo que um investidor pretende receber ao realizar um investimento. Dessa forma, os proprietários da indústria em estudo, definiram que a TMA a ser considerada no projeto de investimento será de 20%.

4.2.4. Payback time descontado do projeto de investimento

Para o cálculo do *payback time* descontado, foi utilizado o valor presente, que desconta todos os elementos do fluxo de caixa à taxa de 20% a.a. (TMA), trazendo o valor presente, na data zero. A Tabela 2 apresenta os valores do fluxo de caixa e os cálculos do valor presente em cada período.

Períodos	Fluxo de Caixa	Valor Presente
Ano 0	-R\$ 600.000,00	-
Ano 1	R\$ 356.248,96	$PV = \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^1} = 296.874,13$
Ano 2	R\$ 356.248,96	$PV = \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^2} = 247.395,11$
Ano 3	R\$ 356.248,96	$PV = \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^3} = 206.162,59$
Ano 4	R\$ 356.248,96	$PV = \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^4} = 171.802,16$
Ano 5	R\$ 356.248,96	$PV = \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^5} = 143.168,47$

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Fluxo de caixa para o cálculo do *payback time* descontado

A partir do valor presente calculado para cada período na Tabela 2, é possível mensurar o fluxo de caixa final pelos valores descontados, apresentado na Tabela 3:

Períodos	Valor Presente	Valores Descontados
Ano 0	-	-
Ano 1	296.874,13	$Ano\ 1 = Investimento\ Inicial + Fluxo\ de\ Caixa\ Descontado$ $Ano\ 1 = (600.000) + 296.874,13 = (303.125,87)$
Ano 2	247.395,11	$Ano\ 2 = Resultado\ Ano\ 1 + Fluxo\ de\ Caixa\ Descontado^2$ $Ano\ 2 = (303.125,87) + 247.395,11 = (55.730,76)$
Ano 3	206.162,59	$Ano\ 3 = Resultado\ Ano\ 2 + Fluxo\ de\ Caixa\ Descontado^3$ $Ano\ 3 = (55.730,76) + 206.162,59 = 150.431,83$
Ano 4	171.802,16	$Ano\ 4 = Resultado\ Ano\ 3 + Fluxo\ de\ Caixa\ Descontado^4$ $Ano\ 4 = 150.431,83 + 171.802,16 = 322.233,99$
Ano 5	143.168,47	$Ano\ 5 = Resultado\ Ano\ 4 + Fluxo\ de\ Caixa\ Descontado^5$ $Ano\ 5 = 322.233,99 + 143.168,47 = 465.402,46$

Fonte: Os autores

Tabela 3 – *Payback time* descontado

A coluna dos valores descontados apresentou saldo positivo no terceiro ano. Dessa forma, já é possível constatar que a recuperação do investimento ocorre no Ano 3. Para saber quantos meses serão necessários para tal recuperação, o seguinte cálculo é realizado:

$$\text{Payback time descontado em meses} = \left(\frac{\text{Investimento}}{\text{Fluxo de Caixa anual}} \right) \times 12 \quad (2)$$

$$\text{Payback time descontado em meses} = \left(\frac{600.000,00}{206.162,59} \right) \times 12 = 34,9 \text{ meses}$$

Assim o período de recuperação do investimento, pelo *payback time* descontado, seria de aproximadamente 35 meses.

4.2.5. Valor Presente Líquido (VPL) do projeto de investimento

Para calcular a viabilidade do projeto, é imprescindível calcular o valor presente líquido do investimento. Para isso, foi utilizado de apoio a Tabela 3:

Conforme o fluxo de caixa apresentado na Tabela 3, o valor presente líquido foi calculado através da Equação 6:

$$\text{VPL} = (\text{R\$ } 600.000,00) + \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^1} + \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^2} + \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^3} + \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^4} + \frac{356.248,96}{(1 + 0,20)^5}$$

Resultando em um VPL de R\$ 465.399,59. Segundo definição explanada no referencial teórico, uma vez que o VPL é positivo, ele é capaz de recuperar o investimento inicial de (R\$ 600.000,00) e gerar lucros para a empresa.

4.2.6. Índice Benefício/Custo (IBC) do projeto de investimento

Uma vez com o resultado do VPL em mãos, o Índice Benefício/Custo (IBC) foi calculado através da Equação 8, em que o valor presente do fluxo de benefícios é a soma do investimento e o VPL, e o valor presente do fluxo de investimentos, é o valor investido no projeto.

$$\text{IBC} = \frac{\text{Valor presente do fluxo de benefícios}}{\text{Valor presente do fluxo de investimentos}} \quad (4)$$

$$\text{IBC} = \frac{1.065.399,59}{600.000,00} = 1,77566$$

Ou seja, o projeto pode continuar seu estudo de viabilidade econômica, pelo valor do IBC ser maior que 1.

Para cada R\$1,00 imobilizado no projeto, espera-se retirar R\$0,77566 após o horizonte de planejamento do projeto.

4.2.7. Retorno Adicional Sobre o Investimento (ROIA) do projeto de investimento

Com o auxílio da HP12C e inserindo os valores do IBC e do período, conforme o Quadro 1, obtemos a taxa para o retorno adicional sobre o investimento.

-1	=>	PV
5	=>	N
1,777566	=>	FV

Fonte: Os autores

Quadro 1 – Tabela auxiliar para cálculo do ROIA na HP12C

O projeto em análise apresenta um ROIA de 12,17% a.a. além da TMA (20% a.a.). Essa informação é a melhor estimativa de rentabilidade do projeto de investimento. Ou seja, o projeto teria um adicional de ganho da ordem de 12,17% ao ano, o que demonstra um ótimo indicador para a viabilidade do projeto.

4.2.8. Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto de investimento

O último passo para analisar a viabilidade é calcular a Taxa Interna de Retorno do projeto. Para isso, será necessário coletar os valores do fluxo de caixa, presentes na Tabela 3 e inseri-los na Equação 5:

$$0 = (R\$600.000,00) + \frac{356.248,96}{(1 + TIR)^1} + \frac{356.248,96}{(1 + TIR)^2} + \frac{356.248,96}{(1 + TIR)^3} + \frac{356.248,96}{(1 + TIR)^4} + \frac{356.248,96}{(1 + TIR)^5}$$

Com o auxílio dos comandos do Excel (fx → financeira → TIR), foi possível encontrar o valor da TIR em 52,7%. Portanto, comparando a TMA com a TIR, segundo as definições apresentadas no referencial teórico, foi possível atestar que o projeto apresenta viabilidade econômica, uma vez que a porcentagem da TIR (52,7%) é maior que a da TMA (20%).

5. Resultados e discussões

Todos os indicadores de viabilidade econômica se demonstraram positivos, conforme demonstrado no Quadro 2, portanto é possível afirmar que a implementação da máquina para automatizar os processos, é viável e se encaixa com os objetivos da empresa.

Indicadores	Valor
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	20%
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 465.399,59
Índice Benefício/Custo (IBC)	1,77566
Retorno Sobre Investimento Adicionado (ROIA)	12,17%
Taxa Interna de Retorno (TIR)	52,70%
Payback time descontado	34,9 meses

Fonte: Os autores

Quadro 2 – Indicadores de viabilidade econômica

Número de funcionários seria reduzido em 11 pessoas, diminuindo o custo do produto. Capacidade seria aumentada drasticamente, sendo útil para possíveis aumentos de demanda futuros, perfeito para o planejamento estratégico da empresa.

Com base nisso, pode-se confirmar que o objetivo principal do estudo foi alcançado, demonstrando viabilidade econômica e vários benefícios que justificam a automatização, tais como: melhoria das condições de trabalho para o colaborador, aumento da qualidade dos contrapesos para elevadores, aumento da capacidade de produção e segurança.

Não havendo contraindicações a princípio, a recomendação é que o estudo seja continuado, e a máquina implementada, pois do ponto de vista econômico, ela se mostrou um investimento bem atrativo.

6. Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica para a automatização dos processos em uma indústria de contrapesos. A sua principal contribuição é a disseminação do conhecimento da viabilidade de se investir em projetos de automatização industrial, bem como motivar os pesquisadores, acadêmicos e executivos, a voltarem suas atenções a uma atividade promissora para a economia do país.

Uma vez que o valor do investimento é consideravelmente alto, foi imprescindível analisar sua viabilidade econômica, com finalidade de avaliar e reduzir os riscos de implementação da automatização dos processos produtivos.

Todos os índices se demonstraram positivos, onde por exemplo o VPL foi um valor alto e positivo de R\$465.399,59 e o IBC foi bem acima de 1 (1,77566), permitindo identificar a viabilidade, porém essa não foi sua função exclusiva. Ela também permitiu visualizar o quanto viável o projeto é, sendo pago em apenas 34,9 meses.

O estudo também se mostrou exequível do ponto de vista técnico. Juntamente com a redução dos custos, os dados referentes a capacidade, redução de funcionários, melhoria na qualidade dos contrapesos e de vida dos colaboradores, foram bem atrativos para a política e objetivos da empresa.

Logo, tudo está a favor da obtenção da máquina, e para trabalhos futuros, o processo de implementação e coleta dos dados da mesma, seria a próxima etapa, com o intuito de avaliar os benefícios e desafios acarretados pela automatização dos processos produtivos.

7. Referências

ALVES, F. *O que é Markup e como Calcular este Índice*. Disponível em: < <http://www.industriahoje.com.br/o-que-e-markup-e-como-calcular-este-indice>>. Acesso em: 17 ago. 2012.

BISCHOFF, L.; *Análise de Projetos de Investimentos: Teoria e Questões Comentadas*. 1. ed. Ferreira, 2013.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. *Metodologia Científica*. 6.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

ESTÚDIO ABC. *Indústria 4.0 exigirá um novo profissional*. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/industria-4-0-exigira-um-novo-profissional/>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

GONÇALVES NETO, A. C. et al. *Engenharia econômica e finanças*. Rio de janeiro: Elsevier, 2009.

GROOVER, M. P.; *Automação Industrial e Sistemas de Manufatura*. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO B.; *Princípios de Design para cenários das Indústria 4.0*. Tradução: Caio Fernando de Souza. Havaí: Conferencia Internacional de Sistemas da Ciência. p. 3228-3937, 2016.

MIGUEL, P. A. C. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MOTTA, R.R.; *Análise de Investimentos: Tomada de Decisões em Projetos Industriais*. São Paulo: Atlas, 2002.

PILÃO, N. E.; HUMMEL, P. R. V. *Matemática Financeira e Engenharia: A teoria e a prática da análise de projetos de investimentos*. São Paulo: Pioneira, 2003.

PORTINARI, N. *50% do trabalho no Brasil pode ser feito por robô, diz estudo*. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/05/1884633-50-do-trabalho-no-brasil-pode-ser-feito-por-robo-diz-estudo.shtml>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

PRATES, W. R. *O que é TIR (Taxa Interna de Retorno)?*. Disponível em: <<http://www.wrprates.com/o-que-e-tir-taxa-interna-de-retorno/>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. *Controle Automático de Processos Industriais*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1973.

SILVEIRA, C. B. *O que é Indústria 4.0 e Como ela Vai Impactar o Mundo*. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações*. 6. ed. Atlas, 2008.

WAGNER, R. L. *Atributos de uma análise de viabilidade econômica e financeira de projetos*. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/atributos-de-uma-analise-de-viabilidade-economica-e-financeira-de-projetos/101959/>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

ZDANOWICZ, J. E. *Fluxo de Caixa*. 7.ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998.