



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE SOBRAL
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

FRANCISCO JOSÉ DA SILVA JÚNIOR

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA AUTOMAÇÃO DE UMA
MÁQUINA DE PROCESSAMENTO DE ALGODÃO**

SOBRAL

2022

FRANCISCO JOSÉ DA SILVA JÚNIOR

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA AUTOMAÇÃO DE UMA
MÁQUINA DE PROCESSAMENTO DE ALGODÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do
Centro de Tecnologia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof.^a Me. Cibelly Azevedo de
Araújo.

SOBRAL

2022

FRANCISCO JOSÉ DA SILVA JÚNIOR

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA AUTOMAÇÃO DE UMA
MÁQUINA DE PROCESSAMENTO DE ALGODÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do
Centro de Tecnologia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Me. Cibelly Azevedo de Araújo Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr. Reuber Regis de Melo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Marcos Vinícius Soares de França
Especialista

A Deus.

Aos meus pais, Francisco e Vilanêis.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais.

Ao Prof.^a Me. Cibelly Azevedo de Araújo, pela excelente orientação.

Ao professor participante da banca examinadora Prof.^a Dr. Reuber Regis de Melo pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas da turma de graduação, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

“Se você pode sonhar, você pode fazer”.
(Walt Disney)

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade analisar a viabilidade econômico-financeira para a implantação da automação de uma máquina de processamento de algodão. O mesmo foi realizado no segundo semestre de 2021, em uma indústria têxtil, localizada no município de Pacajus/Ceará, região metropolitana de Fortaleza. Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados métodos de pesquisa quantitativo e qualitativo, obtendo informações cruciais para o desenvolvimento do trabalho. O estudo justificou-se pela importância de avaliar a viabilidade econômica do projeto antes de suceder qualquer tipo de investimento, destaca-se que as decisões foram apoiadas em indicadores econômicos do investimento, além disso, o estudo expõe conceitos típicos de gestão de projetos e algumas ferramentas da Engenharia Econômica que foram utilizadas para avaliar o grau de lucratividade de um investimento, como a TIR (taxa interna de retorno) e VPL (valor presente líquido), payback e índice de lucratividade (IL). Conclui-se com este estudo, que os índices encontrados são assim, considerados satisfatórios a companhia, e, portanto, constatou-se a redução do número de paradas não programadas, aumento da produção, redução dos custos de manutenção, padronização de serviços e redução de mão de obra.

Palavras-chave: Automação. Análise de investimento. VPL.TIR

ABSTRACT

The present work aims to analyze the economic and financial feasibility for the implementation of the automation of a cotton processing machine. The same was carried out in the second half of 2021, in a textile industry, located in the municipality of Pacajus/Ceará, metropolitan region of Fortaleza. For the development of the work, quantitative and qualitative research methods were used, obtaining crucial information for the development of the work. The study was justified by the importance of evaluating the economic viability of the project before any type of investment, it is noteworthy that the decisions were based on economic indicators of the investment, in addition, the study exposes typical project management concepts and some Economic Engineering tools that were used to assess the degree of profitability of an investment, such as IRR (internal rate of return) and NPV (net present value), payback and profitability index (IL). It is concluded with this study, that the indexes found are, therefore, considered satisfactory for the company, and, therefore, there was a reduction in the number of unscheduled stops, an increase in production, a reduction in maintenance costs, standardization of services and a reduction in of manpower.

Keywords: Automation. Investment analysis. NPV.IRR

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fluxograma esquemático do funcionamento de um CLP.....	26
Figura 2 Máquina de abertura de algodão.....	35
Figura 3 Carda em funcionamento.....	36
Figura 4 Passador em funcionamento.....	37
Figura 5 Filatório em funcionamento.....	38
Figura 6 Quadro de comando.....	39
Figura 7 CLP utilizado no projeto.....	40
Figura 8 Quadro de distribuição novo.....	41
Figura 9 Fluxo de caixa referente ao salário do operador da máquina.....	53
Figura 10 Comparação entre valor futuro e valor presente.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Vantagens/ desvantagens dos métodos/ técnicas de análise de investimentos....	32
Tabela 2	Calculando o valor presente e presente acumulado no Excel.....	49
Tabela 3	Indicadores financeiros do projeto.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TIR	Taxa interna de retorno
VPL	Valor presente líquido
IL	Índice de lucratividade
VP	Valor presente
VF	Valor futuro
PBS	Payback simples

LISTA DE SÍMBOLOS

R\$ Real

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa.....	17
1.2	Objetivos.....	19
1.2.1	Objetivo Geral.....	20
1.2.2	Objetivos Específicos.....	20
1.3	Metodologia.....	21
1.4	Organização do trabalho.....	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Automação.....	23
2.2	Controlador Lógico Programável.....	25
2.3	Investimento.....	26
2.4	Valor Presente Líquido.....	29
2.5	Taxa Interna de Retorno.....	30
2.6	Payback Descontado.....	31
2.7	Índice de Lucratividade (IL).....	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1	Métodos de Verificação de Viabilidade Econômica.....	42
3.2	Método do Valor Presente Líquido.....	43
3.3	Método da Taxa Interna de Retorno (TIR).....	48
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	52
4.1	Empresa.....	52
4.2	Processo Produtivo.....	52
4.3	Custos.....	53
5	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial foi o princípio do progresso tecnológico, que incluiu a transição de métodos de produção artesanais para a produção utilizando máquinas (NEVES, 2014). Este evento teve início na Inglaterra a partir da segunda metade do século XVIII e se espalhou pelo mundo, ocasionando grandes modificações. Ela garantiu o advento da indústria e consolidou a evolução do capitalismo causando grandes transformações na economia mundial, assim como no estilo de vida da humanidade.

O avanço dos sistemas de produção e a inserção da automação, propiciaram a criação de novos meios corporativos, tanto no segmento comercial, como no de serviços (ALVES, 2010). No meio industrial, a interferência humana limita-se, à programação, parametrização e supervisão do sistema automatizado dentro dos padrões ideais de funcionamento.

A disputa por uma posição no mercado é concorrida e seletiva, favorecendo aqueles que se adequam às exigências e mudanças tecnológicas. Estes avanços foram responsáveis pela competitividade e procura de novos métodos de produção e redução de custos. Com base nestes princípios, é primordial realizar investimentos coerentes e assertivos que busquem a sustentabilidade do empreendimento (PASQUALINI, 2004).

Houve o crescimento da competitividade no mercado global, a necessidade por bens cada vez mais sofisticados que levou o cliente a ficar cada vez mais exigente e os recursos financeiros cada vez mais escassos, para sua realização, houve uma necessidade maior em se investir no controle dos processos (SALGADO, 2003).

De modo que esse clima competitivo e dinâmico, torna a qualidade um foco contínuo da produção. Para alcançar um crescimento na produtividade e melhorar resultados econômicos e financeiros, o controle dos processos internos se tornou um ponto crucial para obter racionalização, agilidade e redução de custos (PIMENTEL, 2016).

Para se obter êxito na qualidade de produção, é necessário um planejamento adequado que ajude na tomada de decisões com vista à eliminação ou minimização de agentes causais de perdas, que só é possível com o melhor entendimento do fluxo de produção (LIMA et al, 2014). Nesse sentido, Muniz et al. (2016), discute que a análise de Causa Raiz é o meio indispensável para qualquer empresa, pois, deve aplicar em todos os segmentos do processo produtivo em que se precise eliminar a reincidência de falhas. Com base no exposto, observa-se que a gestão de qualidade é um processo que está em constante mudança (OLIVEIRA, 2017).

O conceito de qualidade surgiu na década de 70 nas indústrias japonesas. A Gestão

da Qualidade tornou-se a melhor estratégia de mercado. Ela surgiu mediante o aparecimento dos defeitos existentes nos produtos que resultou na insatisfação dos clientes e gerou uma diminuição de vendas, e, conseqüentemente uma diminuição do lucro da empresa (SALGADO, 2003).

O sistema de gestão de qualidade é um sistema formal que permite documentar a estrutura, responsabilidades e processos necessários para alcançar uma gestão eficaz da qualidade (NETO; TAVARES; HOFFMANN, 2019). A garantia de qualidade “são ações totalmente sistêmicas planejadas para gerar processos de confiança entre produto e cliente, satisfazendo os padrões específicos da empresa, atendendo normas e procedimentos esperados por cada produto” (DARIO, 2018, p. 25). Vale ressaltar que a documentação do sistema da qualidade é essencial no processo, envolvendo componentes como: política, procedimentos, instruções e especificações e registros (OLIVEIRA, 2003).

Nessa perspectiva, a automação proporciona a redução da intervenção humana nos processos industriais, além de agregar segurança, qualidade e padronização da produção, gerando maior disponibilidade entre manutenções e redução de perdas. Proporcionando também aos colaboradores uma maior autonomia, e reduz tarefas não ergonômicas e repetitivas.

Os dados foram alcançados através de uma entrevista com o gestor do setor no qual a automação da máquina foi implantada, para utilizar as informações coletados nas ferramentas de gestão financeira, tais como valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), payback, índice de lucratividade (IL). Antes de automatizar a máquina, o processo era manual, sendo necessário a ação humana, tanto para parametrizar e verificar o andamento do processo.

O mesmo apresentava problemas de padronização, desperdício do produto e baixa produtividade. A busca pela melhoria dos processos produtivos pode ser encarada como um desafio das empresas na atualidade, com intuito de melhorar o processo, o estudo em questão almeja viabilizar de forma econômica e financeira a implementação da automação do processo.

Diante disso, entende-se a importância da realização dessa pesquisa, pois o aumento constante da competitividade e a globalização da economia induzem as organizações a buscarem alternativas para manterem-se competitivas no mercado. Esse estudo foi realizado através de duas etapas: A primeira, a pesquisa bibliográfica com aprofundamento em artigos, e a segunda um estudo de caso em uma determinada empresa localizada em Pacajus-Ceará.

1.1 JUSTIFICATIVA

Faz-se necessária esta pesquisa, pois tem uma importância para o enriquecimento do conhecimento em âmbito acadêmico e na atuação profissional. Reverberando, também, na reflexão no qual o contexto brasileiro está inserido acerca da qualidade para se obter as metas almejadas. Com a exigência do consumidor e competitividade do mercado, a modernização das máquinas e a aquisição de novas tecnologias tornaram-se fundamentais para a melhoria no processo de produção, na redução de custos, otimização de recursos e ampliação da manufatura, visando à maior produção.

A automação pode ser utilizada como uma ferramenta para o racionamento de recursos, ampliação do processo produtivo e redução da mão de obra. Sendo o objetivo central deste trabalho, analisar a viabilidade econômica de uma máquina de processamento de algodão, a implantação de novos equipamentos e renovação dos componentes, será primordial para alcançar este objetivo. A automação desenvolvida para este projeto é de baixa complexidade, sendo a mesma desenvolvida por uma equipe de eletricitas e analisada pelo gestor da área.

Considerando a relevância do tema, o presente trabalho possui o propósito de analisar a viabilidade financeira da automação de uma máquina, onde mesma faz parte de um processo fundamental no processamento de algodão, sendo responsável por abrir e coletar a matéria prima em seu estado bruto. O procedimento anterior era realizado com auxílio de um operador, o mesmo controlava a máquina de modo a definir o seu padrão de trabalho. Com a aquisição da automação, a máquina passou a ser programada e a necessidade de um operador deixou de existir. O intuito deste trabalho é verificar se este procedimento foi benéfico para a indústria e para isso serão utilizados os métodos de análise de viabilidade econômica.

A falta de cálculos e de um planejamento adequado podem trazer resultados negativos, quando se trata de investimentos de grandes valores. Conhecer os riscos é de suma importância, assim como ter posse de todas as entradas e saídas de caixa. Em virtude destes fatos, o gestor não deve usar seu intuito e muito menos suposições acerca do projeto, o mesmo precisa realizar um estudo minucioso e calcular os possíveis lucros e prejuízos. Fornecendo todos os indicadores que tornam a aplicação mais confiável.

Sobre à Universidade, o estudo pode auxiliar outros acadêmicos que necessitem de uma referência ou busquem conhecimento relacionados à área de Finanças, mais especificamente assuntos relacionados à viabilidade econômica. Apesar de não ser o foco do curso de engenharia elétrica, este trabalho pode agregar e desenvolver habilidades relacionadas a análises de investimentos.

Para o universitário, este trabalho irá agregar conhecimentos em relação às áreas, financeira, gestão, qualidade e mais precisamente viabilidade financeira, além de acrescentar conhecimentos sobre os processos da indústria têxtil, apresentar os desafios para manter a produtividade e garantir a eficiência dos processos relativos a geração do jeans, que é o produto final da indústria em questão.

1.2 OBJETIVOS

Neste tópico serão apresentados os objetivos do presente trabalho. Para apreensão dos objetivos estes foram subdivididos em: objetivo geral e objetivos específicos, conforme apresentado a seguir.

Este trabalho consiste em uma análise de viabilidade econômica de um projeto de automação, sendo o mesmo direcionado a uma máquina de processamento de algodão. O projeto tem como princípio averiguar se automatizar uma máquina é realmente viável e benéfico para a indústria. O mesmo trará melhorias em várias etapas do processo produtivo, onde era necessário um operador e ocorriam diversas paradas não programadas, com a aquisição da proposta deste trabalho esperamos ter uma redução significativa na quantidade de paradas, na redução de custos referentes a troca de componentes, redução da quantidade de manutenções e maior fluidez no sistema de manufatura.

Apresentar uma solução tecnológica com o objetivo de reduzir custos e atualizar os componentes elétricos para obter maior confiabilidade, segurança, eficiência e padronizar os serviços de manutenção. Esta é a finalidade do *retrofitting*, O termo é pronunciado com grande frequência no dia-a-dia profissional de arquitetos, designers, projetistas, fazendo referência a renovações e atualizações no projeto, mantendo as características intrínsecas da obra. No caso da máquina em questão, o *retrofitting* será responsável pela modernização da mesma, até então com vários componentes ultrapassados, fora de linha ou inadequados às normas técnicas da indústria. No processo, são atualizadas interface, peças e são reavaliados itens de segurança essenciais ao bem estar do colaborador.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho é analisar a viabilidade econômico-financeira para a implantação da automação de uma máquina de processamento de algodão em uma indústria têxtil, localizada no município de Pacajus/Ceará, região metropolitana de Fortaleza. O mesmo busca fundamentar um investimento através de métodos de engenharia econômica, sendo estes utilizados para apresentar indicadores que asseguram ou inviabilizam o investimento.

Além de apresentar uma solução tecnológica que irá contribuir na redução do consumo de energia elétrica, na quantidade de paradas não programadas, na diminuição de manutenções corretivas, o projeto irá trazer reduções de custos relacionado a mão de obra, já que não será necessário um operador para determinar o padrão de trabalho da máquina.

Desta forma, desenvolver uma solução de automação para padronizar o funcionamento de uma máquina, sendo a mesma anteriormente operada manualmente. Será benéfico e fundamental para o melhor funcionamento e eficiência da mesma, contribuindo tanto para a redução de paradas não programadas, quanto para manutenções corretivas, além de gerar o aumento da produtividade.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o grau de lucratividade de um investimento, através de índices.
- Analisar a projeção de mercado, considerando qualidade, flexibilidade na produção e custos.
- Orçar o custo de implantação e de operação da solução a ser proposta e confrontar estes valores com o custo de operação do sistema em sua configuração atual para assegurar a viabilidade de implantação das melhorias propostas.

1.3 METODOLOGIA

Esta sessão tem como intuito descrever os procedimentos metodológicos utilizados no processo investigativo e será destacado abaixo o tipo de pesquisa, os procedimentos, os instrumentos que foram utilizados. Para a realização deste trabalho utilizamos como método a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. A presente pesquisa partiu do seguinte problema de pesquisa: Qual a viabilidade econômico-financeira para a implantação da automação de uma máquina de processamento de algodão em uma indústria têxtil, localizada no município de Pacajus/Ceará.

A fim de responder esse questionamento, escolhemos a abordagem de pesquisa bibliográfica. De acordo com Lakatos (1994, p.44), a pesquisa bibliográfica “oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas, onde os problemas ainda não se cristalizaram suficientemente”.

A revisão bibliográfica é feita com base em conteúdos já feitos e trabalhados, formados principalmente por livros e artigos científicos. É classificada como descritiva, já que se efetiva com um criterioso trabalho de leitura, registro e análise de dados que depois serão descritos e discutidos de acordo os critérios e objetivo da discussão. Além disso, na pesquisa bibliográfica os dados são tidos a partir do levantamento de autores que pesquisam o tema em com mais profundidade, ajudando, assim, o pesquisador para estar seguro sobre a qualidade do material que será utilizado como fonte de pesquisa (KERLINGER, 2005; GIL, 2008). São vários os caminhos que o(a) pesquisador(a) pode trilhar na busca/aprofundamento do conhecimento.

O presente trabalho classifica-se também como estudo de caso. Segundo Yin (2010, p. 24) “o método do estudo de caso permite que os investigadores retenham as características holísticas e significativas dos eventos da vida real.” O estudo de caso contribui para compreender os processos organizacionais e políticos de uma determinada empresa.

É bastante importante que o primeiro passo seja a delimitação do estudo, pois, dessa forma, é possível se familiarizar mais com o tema da pesquisa, conhecer o material a ser estudado, as leituras que os autores fazem acerca desta temática, para que assim selecionar os quais conceitos são mais apropriados, dentre outros fatores que tornem a sistematização de ideias mais oportuna (BARDIN, 2010).

O estudo da efetividade de um projeto é antecedido por uma instrução da esfera econômica. Dessa forma é possível identificar dentre várias alternativas de investimentos qual é o projeto mais viável e rentável para determinada aplicação. Para que este estudo seja consistente, deve ser feito com base em métodos coerentes e confiáveis, sendo os mesmos

fornecidos pela engenharia econômica. Desta forma, inicialmente deve ser analisado se o lucro projetado é positivo, resultado do fato que as saídas projetadas necessitam ser menores que as entradas.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 4 capítulos, incluindo este, que descreveu o contexto do trabalho, a motivação para a realização do projeto e seus objetivos gerais e específicos. No Capítulo 2 é realizada uma breve revisão bibliográfica sobre Automação; Controlador Lógico Programável; Investimento; Valor Presente Líquido; Taxa Interna de Retorno; Payback Descontado e o Índice de Lucratividade (IL). No Capítulo 3 é abordado os materiais e métodos utilizados na empresa. No Capítulo 4 explana a empresa. Por fim, o Capítulo 5 apresenta a conclusão do trabalho e avalia os resultados obtidos com a análise econômica e destaca as perspectivas para futuros trabalhos a serem desenvolvidos na empresa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo parte-se do problema e procura-se fundamentar a investigação. Pelas razões explicadas anteriormente delimitamos o problema da investigação através da questão de partida, definimos o objetivo geral e os objetivos específicos a atingir. O conhecimento utilizado para fundamentar este trabalho é de origem prática, alcançada com a vivência na indústria e teórica, desenvolvida ao longo do curso de engenharia elétrica. Com base nestes princípios, será desenvolvido um estudo de viabilidade econômica sobre automação de uma máquina de processamento de algodão, visando a redução de desperdícios, ampliação da produção e a continuidade do processo produtivo.

Analisar a viabilidade de um investimento é um ponto fundamental quando se trata de redução de custos e ampliação de lucros. Alguns projetos de automação necessitam deste tipo de diagnóstico para serem implementados, visto que, quando se refere a projetos dessa magnitude, ao mesmo está agregado valores bastante significativos, desta forma verificar a viabilidade econômica atesta se o projeto é realmente cabível em termos econômicos.

A empresa que este trabalho será direcionado contém uma parte do processo de abertura de algodão sendo executada de forma manual, a mesma possui uma máquina que realiza esse processo, porém, a própria necessita de um operador para parametrizar e executar algumas ações. Desta forma podendo causar problemas como a falta de padronização, desperdício do produto e baixa produtividade. A procura pelo avanço dos processos produtivos pode ser vista como um dos maiores desafios das empresas atualmente, com o objetivo de melhorar o processo, o estudo em questão almeja viabilizar de forma econômica e financeira a implementação da automação desta máquina.

2.1 AUTOMAÇÃO

Moraes e Castrucci (2007) abordam que automação é qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitui o trabalho humano, em busca da qualidade dos produtos com rapidez na produção ou da redução de custos, de modo que melhora os complexos objetivos das indústrias e dos serviços.

Automação, vem do latim *Automatus*, que significa mover-se por si, “é a aplicação de técnicas, softwares e/ou equipamentos específicos em uma determinada máquina ou processo industrial, com o objetivo de aumentar a sua eficiência, maximizar a produção com o menor consumo de energia e/ou matérias primas” (MARAFON et al., 2018, p. 3).

A automação é um conjunto de técnicas em que se busca atuar com ótima eficiência no meio em que está inserido (MORAES E CASTRUCCI, 2007). E ainda mais, é uma tecnologia pela qual o processo é completado com a participação do ser humano.

De certo modo, automação pode ser entendida como um conjunto de técnicas através das quais se engendam sistemas que serão utilizados para aumentar a eficiência e reduzir os custos, aumento a produtividade e segurança do processo. Este processo utiliza um programa contendo instruções combinado a um sistema de controle que executará as mesmas. O referido é composto por três integrantes: energia para concluir os processos e operar o sistema; programa de instruções para direcionar os processos; um sistema que controle e execute as instruções. Isto é, sistemas de produção automatizados operam sobre o produto físico. Executam operações como, processamento, montagem, inspeção e gerenciamento de materiais.

Para que uma ideia seja difundida ou implementada, primeiramente é necessário desenvolver o seu protótipo. Desta forma, poderá ser definido os objetivos e funcionalidades, além disto, é indispensável um estudo profundo para encontrar a melhor solução no sentido de achar a solução para o problema apresentado. Por fim, é imprescindível pôr em prática todo o conhecimento adquirido para a elaboração do projeto.

Por meio destes conhecimentos são desenvolvidos sistemas automáticos, pelo qual, os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da interferência do homem. Estes processos eram constantemente operados por seres humanos, porém, graças a aplicação de técnicas computadorizadas ou mecânicas, houve uma redução no uso de mão de obra em qualquer processo, desta forma ocorre a diminuição dos custos e aumenta a velocidade da produção (AFFONSO, 2003).

Para Marcal, Guimaraes e Resende (2013) definem a automação como a utilização de dispositivos mecânicos ou elétricos para auxiliar e executar algumas funções e visam melhorar a eficiência e a segurança na operação. A automação está surgindo com tecnologias de ponta, empresas dos mais diversos ramos de mercado estão adotando esta nova mentalidade buscando enxugar seus processos. A redução de custos e eliminação do desperdício gerado é o alvo de todas as empresas e a automação é vista como uma das principais formas para atingir esse objetivo.

A automação industrial requer algumas estratégias e métodos que consistem na escolha entre várias tecnologias disponíveis no mercado, com o objetivo de escolher uma que se adeque ao processo produtivo em questão e que garanta o aumento da eficiência da produção e que melhor se adaptam ao processo (AFFONSO, 2003).

A automação industrial pode ser dividida em duas classes principais: automação

rígida e automação flexível (AURÉLIO, 2018). A automação rígida consiste na utilização de comandos elétricos executados por relés eletromecânicos para realizar funções lógicas sequenciais. Estes sistemas apresentam dificuldades para alteração em sua lógica de funcionamento, visto que estas dependem de alterações físicas nos circuitos elétricos de comando dos relés (FRANCHI, 2009).

A automação flexível utiliza controladores eletrônicos programáveis, que são flexíveis quanto a lógica de atuação sem a necessidade de intervenções em circuitos elétricos. O principal equipamento utilizado para viabilizar projetos de automação é o Controlador Lógico Programável.

2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O Controlador Lógico Programável ou PLC (Programmable Logic Controller), é um computador industrial, capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle. Esse realiza operações lógicas aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de Sistemas Automatizados (ALIEVI, 2008).

O CLP é um equipamento eletrônico digital, com hardware e software compatível com as aplicações industriais. Ele pode ser programado a executar funções aritméticas, lógicas, de temporização, de contagem, entre outras. Ele tem entradas para aquisição de dados e saídas para acionar diversos tipos de dispositivos ou processos.

Ribeiro (1999, p. 45) o define como um “sistema eletrônico operando digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica, sequencial, temporização”.

De acordo com (CARDOSO, 2009, p.11), o CLP “É um computador com as mesmas características conhecidas do computador pessoal, porém, [é utilizado] em uma aplicação dedicada [...]”. A estrutura básica de um CLP é composta por um dispositivo de programação, CPU, memória e módulos de entradas e saídas. A programação pode ser efetuada através de um computador ou programador específico (KAUR, 2010).

A Figura 1 demonstra o seu funcionamento de forma sequencial. Na primeira parte, o início verifica o funcionamento da CPU, memórias, circuitos auxiliares. Em seguida temos a verificação do estado das entradas, onde se lê cada uma das entradas, verificando se houve acionamento. O processo é chamado de ciclo de varredura. Após essa etapa se tem a comparação com o programa do usuário, de modo que se passa instruções ao usuário sobre qual

ação tomar em caso de acionamento das entradas do CLP. E por último, a atuação das saídas que são acionadas ou desativadas conforme a determinação da CPU (STURARO, 2009).

Figura 1 – Fluxograma esquemático do funcionamento de um CLP



Fonte: Sturaro, 2009.

O CLP revolucionou os controles industriais desde seu surgimento na década de 70. Destaca-se como uma das maiores vantagens, a possibilidade de reprogramação, permitindo transferir as modificações de hardware em modificações de software. Em 1968, o engenheiro Richard Morley, da GM Hydramatic (pertencente à divisão de transmissão automática da General Motors) definiu várias especificações para o desenvolvimento do primeiro controlador programável (DIAS; PIZZOLATO, 2004). Sendo estas: “Facilidade de manutenção e reparos, preferencialmente com módulos plug-ins; Capacidade de operação em ambientes industriais; Dimensões menores que o equivalente em relé; Capacidade de comunicação com um sistema central de dados.” (MEDEIROS, 2014, p. 9).

2.3 INVESTIMENTO

Bornia (2010, p.18) define investimento como “valor dos insumos adquiridos pela empresa não utilizados no período, os quais poderão ser empregados em períodos futuros”. Segundo Júnior, Rigo e Cherobim (2010) a pessoa responsável pelo investimento fica encarregado pela criação de valor e de conter os riscos de investimentos equivocados. De modo que, este indivíduo tem a função de aumentar o capital da empresa com esse investimento.

Para se realizar um investimento é necessário realizar um levantamento, avaliar e

selecionar as melhores propostas para se ter o êxito almejado. Souza e Clemente (1995, p.12) definem em três níveis de decisão, que são: estratégico, administrativo e operacional. Nesse sentido, deve se avaliar a perspectiva dos retornos com esse investimento. Os investimentos podem ser físicos, como os modelos a seguir:

- a) Aquisição de maquinário;
- b) Instalação de novos arranjos físicos;
- c) Entrada em novos mercados;
- d) Compra de outras empresas.

As definições de investimento circundam o levantamento, classificação e seleção de propostas que envolvem a aplicabilidade de capital com a finalidade de trazer um determinado retorno ao investidor, estas decisões se encontram no nível estratégico de decisão. (ASSAF NETO; GUASTI, 2014).

As providências de aplicações para Souza e Clemente (1995), são de nível estratégico, por acarretarem grande efeito na empresa, concebendo alteração no convívio com seus colaboradores, clientes, fornecedores, concorrentes, com o sistema financeiro e com o governo. Essas decisões resultam em impactos irreversíveis na empresa.

Kuhnen e Bauer (1996) relatam que para fazer a análise de investimentos é necessário utilizar uma série de técnicas que propiciam a comparação entre os resultados de tomada de decisões relativas a diferentes possibilidades de uma maneira científica, sendo que, após a verificação e estudo de todas as variáveis, a alternativa escolhida deve ser sempre a mais econômica.

Para que ocorra a análise de investimento juntamente com a tomada de decisão, Casarotto Filho e Kopittke (2010) propõem que se verifique se o problema tem uma importância relevante para justificar o esforço da análise, examinar se o grau de dificuldade de decisão é aceitável em relação à realização de uma análise de investimento e o aspecto econômico deve ser critério decisivo. Para a tomada de decisão é importante a construção de um modelo que descreva a essência do problema, este modelo pode ser verbal, físico, esquemático, matemático (MONKS, 1987).

Segundo Borna (2010) a tomada de decisão se realiza por meio da análise dos dados coletados e a sua transformação em informações, desta forma auxiliando no processo decisório da empresa. Para Monks (1987, p. 13) “os modelos matemáticos (e estatísticos) são os mais abstratos e, em geral, os mais úteis. Eles podem descrever um problema de forma

resumida, são computadorizados e facilmente manipulados para testar”.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010) somente o estudo econômico pode viabilizar o projeto, assim auxiliando na tomada de decisão como o transporte de materiais manualmente ou na instalação de uma correia transportadora. Segundo Hirschfeld (2010) a viabilidade financeira é avaliada dentro de um intervalo de tempo no qual se analisa o esforço produtivo a ser realizado. Para que haja a viabilidade é preciso que os benefícios superem os custos empregados.

Para Woiler e Mathias (1985) o estudo de viabilidade é de fundamental importância para decisão de investir. Esta importância não está apenas ligada às oportunidades de investimentos, também está ligada a impedir que um investimento que cause prejuízo para o investidor.

“As propostas de investimentos de capital de uma empresa podem ser enquadradas segundo suas diversas origens, isto é, de acordo com os motivos internos que determinaram seus estudos” (ASSAF, 2012, p. 332). Segundo Hoji (2012, p. 167) “Para dar suporte às decisões de investimento, as análises de viabilidade econômica devem ser feitas com métodos e critérios que demonstrem com bastante clareza os retornos sobre os investimentos, considerando os níveis dos riscos assumidos”.

Hirschfeld (2010) define investimento de risco como a probabilidade de obter resultados insatisfatórios após uma decisão. As decisões de investimento são completamente subjetivas e os riscos nelas contidos podem ser enormes. Para Hoji (2009) não existe investimento cem por cento seguros, mesmo os títulos emitidos pelo governo dos Estados Unidos, considerados os mais seguros do mundo.

Como o risco nunca deixaram de existir é importante que antes que faça o investimento verifique seu nível de segurança é aceitável. Segundo Brigham e Ehrhardt (2007) os investimentos de risco geralmente trarão uma taxa de retorno inferior ou superior ao esperado, dificilmente resultará em uma taxa de retorno esperado. Os investimentos que produzem sempre suas taxas de retorno esperada não são considerados investimentos de risco.

Além do que, os custos também são analisados, pois este trata-se dos sacrifícios que a organização tem de arcar para alcançar os seus objetivos (FIGUEIREDO; MOURA, 2006). Horngren (2000) destaca que os custos “são aqueles gastos ativados associados à compra de mercadorias para revenda (no caso de empresas comerciais) ou associados à aquisição e conversão de matérias-primas em mercadorias para venda (no caso de empresas produtoras)”. “A análise de custos, preços e valores consiste em algumas das mais nobres e importantes tarefas da administração financeira” (BRUNI; FAMÁ, 2003, p. 22).

Nesse sentido Martins (2003, p. 56), “afirma que custos é todo gasto relativo a bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços”. Logo, os “custos representam os gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens ou serviços. Portanto estão associados aos produtos ou serviços produzidos pela entidade” (BRUNI; FAMÁ, 2003, p. 25).

2.4 VALOR PRESENTE LIQUIDO

O Valor Presente Líquido – VPL “é uma técnica de análise de orçamento de capital, que considera o valor do dinheiro no tempo. Seu valor é obtido subtraindo do valor presente dos fluxos de entrada de caixa e o valor inicial do projeto” (CARLESSO. 2015. p. 34). Guerra (2006), complementa que o VPL de um fluxo de caixa se dar mediante o cálculo do valor presente de uma série de pagamentos ou recebimentos, descontado a uma taxa, e deduzir deste, o valor do fluxo de caixa inicial. Para Souza (2003, p. 74) o VPL corresponde “à diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa associados ao projeto e o investimento inicial necessário”.

“O VPL considera explicitamente o valor do dinheiro no tempo. É considerada uma técnica sofisticada de orçamento de capital. Todas as técnicas desse tipo descontam de alguma maneira os fluxos de caixa da empresa a uma taxa especificada.” (GITMAN, 2010, p. 369). O VPL é um importante critério de referência para decisões de investimentos em projetos. Para Weston e Brigham (2000), se o VPL for positivo, o projeto deverá ser aprovado e realizado. Contudo, caso o VPL der negativo, este deverá ser rejeitado. Além disso, Souza e Clemente (1997), trazem que o VPL, é a ferramenta mais eficiente e mais utilizada na análise de investimentos.

Segundo Hirschfeld (2010) o VPL ou valor atual líquido utiliza o fluxo de caixa onde é formado por inúmeras entradas e saídas. O VPL tem objetivo de calcular o valor no futuro em caixa, em um instante considerado inicial. O VPL de acordo com Assaf Neto e Guasti (2014) é obtido calculando-se a diferença entre o valor presente das entradas no caixa da empresa durante o período do projeto investido e o valor presente investido, esta diferença pode ser calculada pela equação 1.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{(FCi)}{(1+k)^i} - \left[i_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+k)^i} \right] \quad (1)$$

onde:

FCi = Fluxo de caixa de cada período

K = Taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida.

I_0 = Investimento processado no momento zero

I_t = Valor do investimento previsto em cada período subsequente

2.5 TAXA INTERNA DE RETORNO

Weston e Brigham (2000, p. 536), abordam que “a taxa interna de retorno (TIR), é a taxa de desconto que leva o valor presente das entradas de caixa de um projeto a se igualar ao valor presente das saídas de caixa”. Nesse sentido, a TIR, é a taxa que torna o VPL, de um fluxo de caixa equivalente a zero, e a regra para decidir se um projeto é viável, utilizando-se a TIR é muito simples.

“Considerada como a técnica de análise mais sofisticada de análise de viabilidade pelos analistas financeiros, a TIR apresenta o retorno exato do projeto na forma de taxa percentual, a qual passa a ser referência para a comparação de resultados” (KUSTER, 2013, p. 126). Assaf Neto e Guasti (2014) define o TIR como taxa de desconto que iguala em determinado período de tempo, as entradas esperadas com as saídas esperadas. A taxa interna de retorno é representada pela Equação 2.

$$TIR = i_0 + \sum_{t=1}^n \frac{i_1}{(1+k)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_1}{(1+k)^t} \quad (2)$$

onde:

FC_i = Fluxo de caixa de cada período

k = Taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida.

i_0 = Investimento processado no momento zero

I_t = Valo do investimento previsto em cada período subsequente

Para Newnan e Lavelle (2014, p.145) “a TIR é taxa de juro ganho sobre o investimento não-recuperado, de tal forma que o esquema de pagamento reduza a zero o investimento não-recuperado no final da vida do investimento”. Gitman (2007) considera que a TIR apresenta dois critérios de decisão, aceitação onde o TIR é maior que o custo de capital e a rejeição onde o TIR é menor que o custo de capital. Este critério ajuda, as empresas obterem o retorno esperado, assim aumento suas riquezas.

De acordo com Weston e Brigham (2000, p. 536), “A taxa interna de retorno (TIR), é a taxa de desconto que leva o valor presente das entradas de caixa de um projeto a se igualar ao valor presente das saídas de caixa”.

Para calcular a TIR Weston e Brigham (2000), afirmam que é indicado utilizar uma calculadora financeira, pois a equação para chegar ao resultado é complicada, precisando na

maioria dos casos, resolver na base da tentativa e erro, tentando alguma taxa de desconto e verificar se a equação se iguala a zero. Caso não igualar, deve-se tentar uma taxa de desconto diferente até descobrir uma que force a equação a ser igual a zero.

2.6 PAYBACK DESCONTADO

Segundo Souza e Clemente (2004, p. 91) “o Payback nada mais é do que o número de períodos necessários para que o fluxo de benefícios supere o capital investido”. Souza e Clemente (2004, p. 93) destacam ainda que “o risco do projeto aumenta à medida que o Payback se aproxima do final do horizonte de planejamento”. Para Famá & Bruni (2003, p. 89) “a técnica mais simples e fácil de investimentos consiste na obtenção do prazo de recuperação do capital investido, geralmente expresso pela expressão em língua inglesa *payback*”.

Dessa forma, Souza e Clemente (1997), abordam que o Payback Descontado irá calcular o número de períodos necessários (tempo), para se recuperar o investimento executado. Conforme Braga (1989), o Payback descontado, ou prazo de retorno, é a técnica que irá demonstrar o prazo necessário para recuperar os recursos investidos em um projeto.

Conforme Weston e Brigham (2000), o Payback Descontado, que é o tempo exigido para recuperar o investimento inicial, foi o primeiro método formal utilizado para avaliar novos projetos ou investimentos, sendo que o cálculo deve ser feito somando-se os fluxos futuros de caixa para cada ano até o momento em que o custo inicial do investimento seja, no mínimo, coberto. O período total, contando também a fração de um ano, para restabelecer o valor do investimento inicial compõe o período de Payback, sendo que quanto mais baixo for, melhor, pois o investimento inicial irá retornar antes.

Famá e Bruni (2003, p. 91) destacam que o Payback é uma forma simples, fácil e direta para estimar o prazo de retorno daquela aplicação. De modo que, basta verificar o tempo necessário para que o saldo do investimento seja igual a zero. Cherobim, Lemes e Rigo (2017) salientam o Payback descontado como um método de análise, capaz de evidenciar o tempo necessário para recuperar o investimento inicial.

“O Payback é um dos indicadores de análise de investimentos mais importantes e usuais, na sua condição de avaliação do tempo de retorno da aplicação, principalmente se considerarmos a atual conjuntura econômica atual” (BRESCIANI, (2015, p. 06). Segundo Assaf (2011, p. 379) para o cálculo do Payback Descontado “deve-se primeiro trazer cada uma das entradas de caixa a valor presente, descontando esses fluxos a uma taxa de juros que represente a rentabilidade mínima (custo de oportunidade) exigida pela empresa na aceitação

do projeto”. Para Souza e Clemente (2012) “o risco do projeto aumenta a medida que o Payback se aproxima do final do horizonte de planejamento”.

Assaf Neto e Guasti (2014) define payback como tempo necessário para a obtenção do retorno do investimento inicial, através das entradas de caixa decorridas do investimento. Para a empresa aceitar ou recusar o investimento devido o payback, devesse estabelecer critério de decisão, onde o período de payback não pode ultrapassar este critério.

Segundo Souza e Clemente (1997), o Payback Descontado irá calcular o número de períodos necessários (tempo), para se recuperar o investimento executado. Para calcular este indicador, deve-se somar os valores dos benefícios, período a período, até que essa soma se equipare ao valor do investimento inicial. O período condizente à última parcela da soma será o Payback do investimento.

O cálculo do Payback se dá da seguinte maneira: “se as entradas líquidas de caixa forem constantes; quando as entradas anuais forem diferentes, estas deverão ser acumuladas até atingir o valor do investimento, computando-se o prazo de retorno.” (BIANCHINI, 2014, p. 36).

Segundo Bruni e Famá (2003) as principais vantagens que se pode destacar do método payback são: aplicação fácil e simples; fácil interpretação e serve como medida de liquidez. Em contrapartida, as principais desvantagens desse método são: não leva em conta o dinheiro no tempo; não considera todos os capitais do fluxo de caixa, com isso existe a tendência de excluir projetos mais longos e rentáveis e não é uma medida de rentabilidade, mede apenas o prazo de recuperação do investimento.

Após a análise dos métodos discutidos nesse trabalho, Vilela et al. (2012) elaboraram o seguinte quadro apresentando as vantagens e desvantagens destes:

Tabela 1: Vantagens/ desvantagens dos métodos/ técnicas de análise de investimentos

Métodos	Vantagens	Desvantagens
VPL	Informa o aumento ou não do valor da empresa; Considera o custo de capital; Considera o risco embutido no custo de capital e através dele são analisados todos os fluxos de caixa originários do projeto.	O resultado é dado em valor monetário dificultando a análise do projeto; Depende da determinação da taxa mínima de atratividade ou custo de capital.
TIR / IRR	O resultado é uma taxa de juros, facilitando a análise.	Essa taxa pode ser sub ou superestimada; Necessidade de outro método de avaliação, normalmente o VPL.
Payback Simples	Aplicação fácil e simples; Apelo intuitivo; Considera o fator tempo na decisão; Fácil interpretação; Pode ser visto como medida de risco do projeto; Pode ser visto como uma medida de liquidez.	Não considera o valor do dinheiro no tempo; Período máximo aceitável é determinado com certo grau de subjetividade; Fator tempo é considerado implicitamente; Não considera todos os capitais do fluxo de caixa; Não é uma medida de rentabilidade do investimento.

Payback Descontado	Considera o custo do dinheiro no tempo; Pode ser considerado como um ponto de equilíbrio financeiro; Aplicação de uma dada taxa de custo de oportunidade.	Não considera os fluxos de caixa gerados durante o resto da vida útil do investimento; Não é uma medida de rentabilidade do projeto; Não captura o impacto além do prazo do payback.
---------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Vilela et al. (2012).

2.7 INDICE DE LUCRATIVIDADE (IL)

Para Assaf Neto e Guasti (2014) índice de lucratividade (IL), ou índice de valor presente, é uma variação do método do valor presente líquido (VPL); é determinado por meio da divisão do valor presente dos benefícios líquidos de caixa pelo valor presente de dispêndios, como mostrado na equação abaixo.

$$IL = \frac{\text{PV dos Benefícios Líquido de Caixa}}{\text{PV dos Desembolsos de Caixa}} \quad (3)$$

onde:

IL = Índice de Lucratividade

PV dos Benefícios Líquido de caixa = Valor Presente dos Benefícios Líquidos de Caixa

PV dos Desembolsos de Caixa = valor presente de dispêndios

Isto é, esse índice exhibe o quanto a empresa adquire após pagar todos os seus custos e despesas. Desse modo, o índice de lucratividade pode ser essencial para indicar quanto um negócio efetivamente ganhou em relação a tudo o que recebeu.

O IL é um indicativo que mensura a capacidade operacional do seu empreendimento em gerar lucros a partir de um projeto desenvolvido. Desta forma, o índice de lucratividade pode ser entendido como a representação do lucro líquido em relação ao valor das receitas totais.

Determinar a lucratividade de uma empresa por intermédio da taxa de lucratividade e de outros indicadores é essencial para a condução propícia dos negócios e para levar os investidores a financiar novos investimentos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho consistiu em desenvolver um estudo de viabilidade econômica para automação de uma máquina de processamento de algodão, a mesma utiliza como matéria prima o algodão, este se encontra cheio de impurezas e precisa passar por um processo de limpeza e extração de detritos. O processo em questão sofreu atualmente com paradas de manutenção não programadas, isso ocorre devido ao conjunto de equipamentos utilizados para pôr em funcionamento a máquina responsável pela separação e limpeza da matéria prima.

A máquina responsável por esse processo é chamada de abertura, ela realiza a operação mediante a qual as fibras naturais de origem vegetal, mineral ou química, são submetidas, a uma quantidade máxima possível de separação, objetivando facilitar os processos subsequentes (PEREIRA, 2000).

O procedimento pretendido visa reduzir os desperdícios de matéria-prima e de energia, fatores que impedem o cumprimento das metas da empresa. Algo extremamente relevante é o fato de a matéria-prima de todo o processo de criação do fio, que é utilizado para fazer o tecido jeans, passarem pela abertura, assim o mau funcionamento deste setor interfere em toda a produção.

Limpeza é o processo de eliminação de corpos estranhos contidos nas fibras. As operações de abertura e limpeza são concomitantes e a eliminação das impurezas se dá por meio da ação da força centrífuga (gerada pela rotação dos órgãos abridores) fazendo as fibras (material mais leve) seguirem em frente no processo (fluxo de corrente de ar) e as impurezas caírem, sendo aspiradas para uma central de filtros.

Essas impurezas são restos de sementes e cascalhos naturais do algodão, sendo os mesmos aproveitados, comercializados e acrescentados na alimentação de algumas espécies animais. Desta forma o processo de limpeza é bastante proveitoso, além do beneficiamento do algodão, suas impurezas não são descartadas, mas reaproveitadas e comercializadas, reduzindo ao máximo as perdas durante o processo.

A quantidade de impurezas nas fibras impacta diretamente na qualidade do fio, sendo de suma importância o processo de abertura e filtragem de impurezas (PEREIRA, 2000). Quando a fibra passa por essa etapa, a mesma será submetida a outro processo, chamado de afinamento, o mesmo consiste na afinação de uma massa de fibras provocado pela maior velocidade periférica de saída em relação à velocidade periférica de entrada (trem de estiragem). A operação de estiragem, nas fibras naturais, proporciona o paralelismo das mesmas nos diferentes estágios da fiação e também concede ao produto final, que é o fio, propriedades

físicas importantes, tais como resistência e alongamento (PEREIRA, 2000). A figura 1 abaixo ilustra a fase de abertura, onde a fibra é aberta e as impurezas são retiradas, este setor antecede a fiação, nele está toda a matéria prima em blocos enfileirados. Os fardos são transportados em empilhadeiras, do depósito até a sala de abertura e, ali, são dispostos lado a lado. A abertura é feita por um equipamento, automático ou manual, que coleta pequenas porções de cada fardo e as submete a batimentos para remoção de impurezas.

Figura 2 – Máquina de abertura de algodão



Fonte: Autor (2021).

Essas impurezas, que consistem de cascas, galhos, folhas, areia e barro, entre outras, são removidas em grande parte desses batedores. Dos batedores, as fibras são transportadas ao processo de cardagem. A cardagem proporciona a obtenção de uma mecha de fibras. Seu intuito é a limpeza mecânica das fibras, assim como o início do processo de estiramento e torção, princípios destinados à obtenção das qualidades finais dos diversos tipos de fios (PEREIRA, 2000).

Este processo engloba um conjunto de operações que serão efetuadas sobre a carda, a mesma se trata de uma máquina de construção específica, voltada exclusivamente para esta finalidade, sendo geralmente projetada e construída fora do país, tendo seus representantes e montadores enviados para a indústria, na qual adquiriu o produto.

Inicialmente a cardagem era feita manualmente com um par de pequenas escovas ou cardas, com o passar dos anos, este processo sofreu várias mudanças significativas, tornando-se mais sofisticado e tecnológico, trazendo economia e aumentando a produtividade, além de reduzir os custos durante o processo, desta forma impulsionando a indústria têxtil. A

figura 3 representa a máquina utilizada no processo descrito, na mesma se dá a continuação da abertura e limpeza das fibras.

Figura 3 – Carda em funcionamento



Fonte: Autor (2021).

Uma máquina bastante importante na indústria têxtil é o passador, o mesmo é responsável por uniformizar o peso por unidade de comprimento, paralelizar as fibras através da estiragem e misturar as fibras (PEREIRA, 2000). Este processo de estiragem consiste na introdução da fita num par de cilindros giratórios com uma determinada velocidade e posteriormente esta fita de algodão entra em outro par de cilindros movimentando-se a uma velocidade maior, o que irá resultar em uma fita maior e mais fina que a introduzida inicialmente no primeiro cilindro.

Junto com a estiragem sucede a paralelização das fibras da fita, o que contribui nos processos consequentes da fição, a paralelização consegue com o atrito que se forma entre as fibras quando estas se deslocam em relação umas às outras, resultando no endireitamento destas.

Sem esquecer da qualidade da fibra, o processo em questão precisa ocorrer com o material livre de impurezas, como as fibras são naturais, estas possuem impurezas e sujeiras e com isso, o maquinário para esse tipo de material precisa ser ajustado para eliminá-las ao máximo, mas sem prejudicar a qualidade das fibras.

Os passadores sucedem o processo de cardagem, os mesmos trabalham em conjunto com as cardas, sendo o material resultante destes processos posteriormente introduzidos em uma outra máquina, chamada de maçoqueira, estas possuem por finalidade a transformação das fitas em fios, ainda de grandes dimensões, chamados pavios. A Figura 4 ilustra um passador, o modelo apresentado é comumente encontrado nas indústrias têxteis, inclusive é o modelo empregado na indústria em questão.

Figura 4 – Passador em funcionamento



Fonte: Autor (2021).

Durante a primeira etapa da fiação utilizou-se um artifício de estiragem para obter uma melhor regularidade da massa da matéria fibrosa por unidade de comprimento, sem provocar uma grande redução da massa por unidade de comprimento, ou seja, a espessura da fita na saída da carda até a saída do passador ou da penteadeira manteve-se a mesma. Este procedimento é característico das máquinas citadas anteriormente, as mesmas buscam manter a qualidade da fibra, para que não haja redução das propriedades do produto final.

Porém, o objetivo da fiação é a obtenção do fio que é uma estrutura fibrosa linear com uma massa por unidade de comprimento bastante reduzida, sendo que para a fiação convencional de anel não é possível converter diretamente uma fita em fio, deve haver então um produto intermediário tanto em espessura quanto em torção, que é o pavio.

Quando o processo chega a esta etapa, o mesmo encontra-se em sua fase final, sendo necessário passar apenas pelo filatório. Neste momento o pavio irá se tornar um fio, com menor espessura por unidade de comprimento, então o mesmo poderá ser utilizado para determinadas finalidades, como se trata de uma indústria têxtil especializada da produção de jeans, o fio será transformado em tecido e comercializado para os mais diversos compradores.

A figura 5 mostra a máquina responsável pelo processo mencionado, no qual uma fita de fibra será transformada em um pavio. Depois deste método, será iniciado um outro de suma importância, finalizando o processo de criação do fio.

Figura 5 – Filatório em funcionamento



Fonte: Autor (2021).

Posteriormente aos procedimentos citados, será fabricado o fio, o mesmo consiste em uma disposição fibrosa linear com massa por unidade de comprimento reduzida. Nesta parte, a máquina que irá concluir o sistema é chamada de bobinadeira, recebe-se o fio em forma de espulas e o transforma em bobinas (cones), eliminando as imperfeições que vieram dos filatórios.

Dando ênfase no objetivo central deste trabalho, serão mencionados os procedimentos utilizados para automatizar a abertura, que se trata da máquina responsável por abrir e limpar a matéria prima utilizada para fazer o fio.

O avanço da tecnologia permitiu que o trabalho manual fosse sucedido pela produção em larga escala realizada pelas máquinas, suprimindo as demandas e levando aos consumidores um produto de alta qualidade e confiabilidade em um tempo bastante reduzido, se comparado à forma de produção manual.

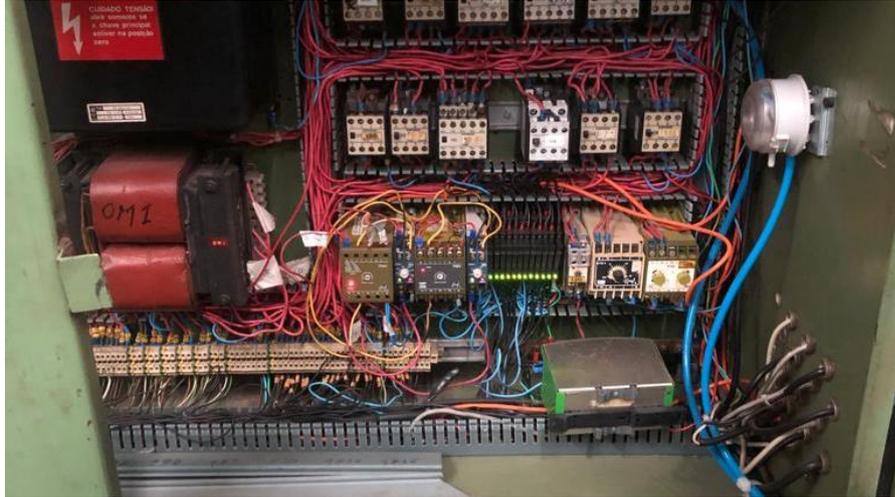
Focando nestes aspectos serão utilizadas as ferramentas apropriadas para automação da máquina em questão, sendo a mesma manipulada por um conjunto de contatores e dispositivos simples de acionamento.

Além de tornar mais fluido e dinâmico o processo produtivo, este projeto destina-se a atualizar e tornar o conjunto de dispositivos de acionamento e manobras autônomos ou semi-autônomos, substituindo por outros mais tecnológicos, mudando a configuração do quadro de distribuição, reduzindo a quantidade de equipamentos e tornando o processo menos manual possível.

Em seguida na Figura 6 será apresentado o quadro de distribuição responsável por alimentar e acionar a máquina que será automatizada. De início é possível perceber a densidade de componentes elétricos, tornando o quadro bastante denso. Com a implementação do projeto,

o mesmo terá a quantidade de equipamentos reduzida, além de substituir estes equipamentos por outros mais eficientes e atuais.

Figura 6 – Quadro de comando



Fonte: Autor (2021).

Um dos pontos primordiais deste trabalho é a utilização de equipamentos mais tecnológicos e eficazes que os utilizados anteriormente, além de melhoria do processo produtivo, a efetividade e segurança são priorizadas.

O quadro da Figura 6, não conta com o auxílio de um CLP, o mesmo é um computador robusto projetado para o controle de processos industriais e, portanto, utilizado em automação industrial, em inglês: PLC – *Programmable Logic Controller*. Esses dispositivos podem automatizar processos específicos, máquinas, ou linhas de produção. Sendo ele responsável pelo monitoramento do estado dos dispositivos de entrada, toma decisões baseado no programa nele instalado e comanda o estado dos dispositivos por ele controlado.

A grandeza desse dispositivo está na possibilidade de melhorar praticamente, qualquer linha de produção, máquina ou processo podendo ser grandemente otimizados pela utilização de CLPs. Dessa forma, entre os benefícios de se utilizar este equipamento estão a capacidade de reprogramação, alteração de sequências, ampliação de linhas, criação de réplicas de máquinas e processos, tudo isso enquanto podemos coletar e comunicar informações vitais. O modelo que foi utilizado no processo de automação será apresentado pela Figura 7.

Figura 7 – CLP utilizado no projeto



Fonte: Autor (2021).

Depois de apresentado o modelo de CLP que será utilizado no processo e a imagem do antigo quadro, será apresentado o novo quadro de distribuição e acionamento da máquina. Por se tratar de um processo de baixa complexidade, e a automação em questão ser aplicada a um aparelho que faz parte de um conjunto, cujo objetivo é a abertura e limpeza da matéria prima do material utilizado para produzir o fio, a redução dos componentes não é tão expressiva, porém o funcionamento teve uma mudança considerável, deixando de ser operada manualmente, para ter sua operação programada e automatizada

Os custos e a viabilidade da implementação desse projeto serão discutidos e apresentados nos próximos capítulos. Após a modificação o processo apresentou uma fluidez maior, sendo mais eficaz e seguro, já que o mesmo conta com um conjunto de dispositivos novos, garantindo a produtividade com maior continuidade e sem interrupções por falhas elétricas, ocasionadas pelo conjunto de dispositivos anteriores, esta ocorrência era bastante comum durante o funcionamento da máquina, isso está ligado ao tempo de uso dos dispositivos e a sua utilização contínua. A Figura 8 irá apresentar o quadro de comando da máquina com os dispositivos novos, utilizado para automatizar a máquina.

Figura 8 – Quadro de distribuição novo



Fonte: Autor (2021).

A partir disso, são alterados diversos contadores, relés, bobinas e outros componentes eletromecânicos que exerceriam a mesma função, mas de uma maneira mais primitiva (maior facilidade de dano aos componentes), muitas vezes menos segura e de alteração muito mais complexa, tendo em vista que mudar componentes mecânicos é muito mais trabalhoso do que um código de um programa.

3. 1 MÉTODOS DE VERIFICAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O atual tópico irá abordar os métodos de análise de dados que foram utilizados para verificar a viabilidade econômica do projeto de automação. Encontrar um meio de economizar durante a implementação de um projeto no meio industrial, é um desafio, principalmente quando se trata de processos produtivos de alta complexidade. No caso o processo em questão não possui um alto nível de complexidade, porém é de suma importância, já que toda a matéria prima fornecida às máquinas de processamento e criação do fio passam pelo mesmo.

Além disso todos os componentes elétricos utilizados na máquina estavam bastante desgastados e com baixa eficiência, como um dos principais motivos da implantação do projeto era a renovação dos componentes, todos foram substituídos por dispositivos mais novos e capazes de exercer a função desejada, estando os mesmos dentro dos padrões de segurança exigidos pelas normas vigentes.

Quando se trata de projetos com alto valor agregado, é de suma importância analisar a viabilidade econômica do mesmo, sendo utilizados métodos para qualificar esse tipo de investimento (VIANA, 2018). Para o projeto em questão foram utilizados os seguintes métodos:

valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), payback e índice de lucratividade (IL). Todos os métodos citados serão abordados durante este capítulo, do mesmo modo, os dados colhidos para a implantação do projeto, tais como, quantitativo de material, valores e especificações técnicas.

3.2 MÉTODO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO

O método que será abordado trata-se de um dos métodos mais conhecidos no mercado de investimentos, quando o assunto é análise de viabilidade de projeto, o VPL, tem como princípio básico estimar o lucro futuro com o investimento e verificar se o projeto é realmente rentável. Este processo ocorre através da comparação de todas as entradas e saídas na data inicial do projeto, devendo-se descontar os valores de entradas futuras do fluxo de caixa a uma taxa de juros que remunera o custo de capital investido (VIANA, 2018).

Deste modo, se o VPL é positivo, ou seja, $VPL > 0$, logo a soma na data $T = 0$ de todo o fluxo de caixa das entradas previstas é maior que o valor inicial investido. De forma que, é trabalhado com estimativas futuras de um projeto, assim é possível dizer se o capital inicial investido pode ser recuperado ou não.

Em questão de análise, serão estipuladas interessantes as possibilidades de ação cujos VAs (valores presentes) sejam positivos ou nulos, sendo mais relevantes os de maior VA+. Isso dado visto que esse valor positivo corresponderá a parcela de dinheiro que foi ganho, em dinheiro de hoje, além da expectativa.

Um VA- para um fluxo de caixa que tenha receitas e despesas envolvidas, significará que aquele negócio possui uma remuneração aquém da expectativa, ou ainda, que aquele negócio paga aquela quantidade de dinheiro, em dinheiro de hoje, a menos do que se gostaria. Um VA nulo demonstrará que aquele investimento paga exatamente a TMA, portanto, também poderá ser considerado interessante.

De acordo com os dados coletados, relativos ao projeto de automação, serão apresentadas as fórmulas para a aplicação do método em questão, assim como o valor do investimento e o tempo de retorno. De início será exposto a relação do investimento com os benefícios gerados durante o processo de produção. Como mencionado a máquina sofreu modificações nos componentes que integram o quadro de comando da mesma, sendo adicionado vários dispositivos novos e mais eficientes. Para apresentar o benefício do projeto foram coletados os valores dos materiais e o custo total do investimento, sendo o mesmo pago à vista.

$$VPL = -FC_0 + \frac{FC1}{1+i^1} + \frac{FC2}{1+i^2} + \frac{FC3}{1+i^3} + \frac{FC4}{1+i^4} + \dots + \frac{FCn}{1+i^n} \quad (4)$$

A equação 4 foi utilizada para determinar a rentabilidade do projeto, sendo mesmo avaliado por vários métodos de análise. De início é importante frisar que o investimento no projeto de automação foi pago à vista e seu retorno será determinado utilizando as ferramentas de estudo da engenharia econômica, já mencionadas anteriormente. Tratando-se de retorno, a máquina em questão contava com um colaborador para executar algumas funções, além de apresentar problemas relacionados aos componentes elétricos, sendo os mesmos responsáveis por paradas indesejadas e redução de produção, já que a mesma faz parte do processo inicial de produção.

Com a automação foi possível reduzir custos relacionados a manutenção e operação da máquina, já que antes era necessário um operador. Além disso, o processo se tornou mais fluido, tendo a quantidade de paradas por falhas elétricas diminuídas expressivamente. Tendo em vista esses benefícios, os mesmos serão apresentados através de números utilizando a fórmula apresentada.

A quantidade de manutenções realizadas semanalmente foram reduzidas, assim como os custos de reposição de componentes elétricos, não sendo necessário um operador para manusear a máquina, como era feito anteriormente. Considerando que o investimento inicial para realizar a automação foi vinte e cinco mil reais, sendo este investimento quitado no momento da compra. Analisando este aspecto, por ter o número de paradas e necessidade de um operador, a máquina entregou uma maior fluidez durante o processo produtivo, trazendo confiabilidade e eficiência.

Sabendo que o salário-mínimo é de R\$ 1212,00 reais, sendo o mesmo equivalente ao salário do operador, pode-se incluir este valor para os cálculos que serão feitos. Embora o operador tenha sido transferido para outro setor, a redução de custos referentes às manutenções não programadas e redução das paradas por falhas elétricas podem ser bastante consideráveis do ponto de vista econômico.

A redução do consumo de energia durante o processo de abertura e limpeza do algodão não foi tão expressiva, porém pode ser tratada como um benefício alcançado pela automação da máquina, já que houve uma redução, dessa forma o mesmo será acrescentado nos cálculos referentes ao método em questão.

Para apresentar os dados mencionados foi utilizado a tabela 1, nela constará todas as informações referentes ao investimento com um período de retorno estimado em 4 anos, este tempo foi tomado como base para o investimento em questão, sendo o mesmo considerado em

todos os métodos que serão utilizados. A taxa de juros será de 10 por cento ao ano, sendo a mesma estabelecida pelo gestor e o investimento de R\$ 25000,00. Inicialmente serão calculados os valores futuros do investimento, para determinar esses valores será utilizado a equação.

O valor futuro, representado por VF na fórmula, irá fornecer variável desejada, ou seja, o valor que será utilizado para determinar a viabilidade do projeto. O valor presente, representado por VP, corresponde ao valor inicial do investimento, o mesmo será representado logo abaixo. O termo i , corresponde a taxa de juros estabelecida durante o investimento. Já o n , representa o tempo, no caso será considerado 4 anos.

$$VF = VP \cdot (1 + i)^n \quad (5)$$

Onde:

VP = Valor presente igual R\$ 25000

i = Taxa de 10% ao ano = $(10/100 = 0,1)$

n = Período equivalente a 4 anos

Com base nos dados relativos ao projeto será obtido o valor futuro, o mesmo será utilizado para determinar o valor presente e analisar se o investimento será realmente rentável do ponto de vista do método em questão. Substituindo os valores apresentados na fórmula utilizada, será alcançado o primeiro indicativo, que é o valor futuro, o mesmo será utilizado para trazer para a data zero todos os fluxos de caixa de um projeto de investimento e somá-los ao valor do investimento inicial

Valor futuro referente ao primeiro ano:

$$VF = 25000 \cdot (1 + 0,10)^1 \quad (6)$$

$$VF = 27500$$

Valor futuro referente ao segundo ano:

$$VF = 25000 \cdot (1 + 0,10)^2 \quad (7)$$

$$VF = 30250$$

Valor futuro referente ao terceiro ano:

$$VF = 25000 \cdot (1 + 0,10)^3 \quad (8)$$

$$VF = 33275$$

Valor futuro referente ao quarto ano:

$$VF = 25000 \cdot (1 + 0,10)^4 \quad (9)$$

$$VF = 36602,5$$

Tendo posse do valor futuro do investimento, considerando o valor inicial aplicado, o próximo procedimento é obter o valor futuro relativo aos rendimentos obtidos a partir da

automação da máquina. Para determinar esse valor será utilizado o salário do funcionário, o mesmo será analisado utilizando o mesmo procedimento usado anteriormente.

Tendo como base um período de 4 anos e uma taxa de 10% ao ano, sendo a mesma dividida por 12, já que o funcionário recebe seu salário mensalmente. No final do cálculo será obtido um valor que irá ser comparado com o valor anterior, referente ao valor futuro a partir do investimento inicial, sendo assim será encontrado o VPL referente ao projeto.

A fórmula para calcular o valor futuro (VF), considerando o salário de um funcionário como R\$ 1212,00 uma taxa de 10% ao ano e um período de 48 meses, já que diferente dos cálculos efetuados anteriormente este levará em consideração o pagamento mensal, e a partir do mesmo será obtido o valor futuro e posteriormente o valor presente. A fórmula abaixo será usada para obter o valor futuro no caso especificado.

$$VF = R(1 + i)^{(n-1)} + R(1 + i)^{(n-2)} + R(1 + i)^{(n-1)} + R(1 + i)^{(1)} + R \quad (10)$$

Como observado, a equação encontra-se expandida, para melhorar o entendimento e para fins didáticos, a mesma será manipulada para que possa ser reduzida e chegar a uma expressão mais intuitiva. Colocando-se R em evidência e invertendo-se a ordem das parcelas, segue que:

$$VF = R[(1 + i)^{(1)} \dots + R(1 + i)^{(n-3)} + R(1 + i)^{(n-2)} + R(1 + i)^{(1)}] \quad (11)$$

O fator entre colchetes corresponde à soma dos primeiros termos de uma progressão geométrica de razão $(1 + i)$. Como esta soma é dada por $S_n = \frac{a_1 \cdot (1 - q^n)}{(1 - q)}$, sendo $a_1 = 1$ o primeiro termo e $q = (1 + i)$ a razão, temos que:

$$VF = \frac{R[1 - (1+i)^n]}{1 - (1+i)} \quad (12)$$

Esta expressão ainda pode ser simplificada, usando fatoração, desta forma a mesma ficará da seguinte forma:

$$VF = \frac{R[(1+i)^n - 1]}{i} \quad (13)$$

A partir da fórmula obtida será calculado o valor futuro, como demonstrado anteriormente na dedução apresentada, a mesma sofreu algumas simplificações, desta forma os valores podem ser empregados na mesma.

$$VF = \frac{1212 \cdot [(1+0,00833)^{12} - 1]}{0,00833} \quad (14)$$

$$VF = 15229,18665$$

O valor encontrado é referente ao FV no período de 12 meses, o próximo cálculo será para determinar o valor futuro no período de 24 meses.

$$VF = \frac{1212 \cdot [(1+0,00833)^{24} - 1]}{0,00833} \quad (15)$$

$$VF = 32052,40$$

É de suma importância ter posse dos valores futuros, já que os mesmos serão determinantes para encontrar o VPL. Deste modo será determinado o FV referente ao período de 36 meses.

$$VF = \frac{1212 \cdot [(1+0,00833)^{36} - 1]}{0,00833} \quad (16)$$

$$VF = 50636,49$$

O próximo cálculo irá fornecer o valor futuro referente ao período de 48 meses.

$$VF = \frac{1212 \cdot [(1+0,00833)^{48} - 1]}{0,00833} \quad (17)$$

$$VF = 71165,76$$

Tendo o valor futuro referente a cada ano, será possível obter o valor presente, que deve ser aplicado para que se possa retirar R em cada um dos n períodos subsequentes. Para obter a expressão que irá determinar o VP será tomado como princípio a expressão:

$VF = \frac{R[(1+i)^n - 1]}{i}$ e substituindo VF por $VP(1+i)^n$, resulta que:

$$VP(1+i)^n = \frac{R[(1+i)^n - 1]}{i} \quad (18)$$

$$VP = \frac{R[(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n} \quad (19)$$

Aplicando algumas simplificações na expressão acima, será possível obter a equação que deverá ser utilizada para determinar o VP, desta forma ela será apresentada logo abaixo.

$$VP = R \frac{[1 - (1+i)^{-n}]}{i} \quad (20)$$

Deste modo, utilizando a expressão encontrada, o Vp será determinado da seguinte forma:

$$VP = 1212 \cdot \frac{[1 - (1+0,00833)^{-12}]}{0,00833} \quad (21)$$

$$VP = 13844,72$$

O resultado acima é referente ao valor presente no período de um ano, o mesmo tem como parâmetro de tempo a quantidade de meses. Será determinado o valor presente referente ao período de 24 meses, que compreende dois anos.

$$VP = 1212 \cdot \frac{[1 - (1+0,00833)^{-24}]}{0,00833} \quad (22)$$

$$VP = 26489,59$$

O próximo resultado será referente ao período de 36 meses, ou seja, três anos.

$$VP = 1212 \cdot \frac{[1-(1+0,00833)^{-36}]}{0,00833} \quad (23)$$

$$VP = 38043,94$$

Para finalizar, será determinado o valor presente referente ao período de 48 meses, ou seja, quatro anos.

$$VP = 1212 \cdot \frac{[1-(1+0,00833)^{-48}]}{0,00833} \quad (24)$$

$$VP = 48607,17$$

Após determinar o valor presente referente aos quatro anos, será possível obter o valor presente líquido do projeto. Como foi mencionado anteriormente, existem critérios para verificar se o investimento realmente será viável, desta forma será considerado um investimento viável se o VPL for maior que zero, caso contrário o mesmo não será viável. A diferença entre a soma dos valores presentes pelo investimento inicial irá fornecer o indicativo desejado.

$$VPL = 126985,42 - 25000 \quad (25)$$

$$VPL = 101985,42$$

3.3 MÉTODO DA TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

O segmento atual será apresentado a Taxa Interna de Retorno, mais conhecida pela sigla TIR, este método bastante difundido na engenharia econômica, com o propósito de avaliar a viabilidade de projetos e investimentos, será de suma importância para o resultado do projeto em questão.

O fato de ser expressa em percentual, a TIR tem boa aceitação no meio empresarial fornecendo maior confiabilidade e precisão durante a análise de investimento (KNUTH, 2010). Aliás, para muitos a TIR é preferível ao VPL, pois o Valor Presente Líquido apresenta como resultado um número natural. Justamente por isso a TIR é amplamente difundida e já se tornou padrão tanto em planilhas eletrônicas como calculadoras financeiras.

Um projeto de investimento convencional apresenta custos, durante o período inicial e recebimentos, nos estágios futuros. Claro que para haver retorno sobre o investimento, será necessário que o total das entradas de caixa supere o das saídas. Sendo assim, admitindo uma taxa de juros mínima aceitável pelo investidor, designada Taxa Mínima de Atratividade

(TMA), o investimento terá condições de ser aprovado, se o Valor Presente Líquido (VPL) do fluxo de caixa não for negativo.

Tendo como negativos os valores tocantes às saídas de caixa e como positivos aqueles relacionados às entradas, a situação do VPL não negativo ($VPL \geq 0$) aponta que a soma dos recebimentos descontados (a uma TMA) para a data preliminar do projeto, alcança ou iguala os desembolsos, da mesma maneira descontados, (à mesma taxa), o que tornaria o projeto aceitável para o investidor. A aquisição da TIR se dá pela solução da equação 26, na qual a incógnita é a taxa i , e CF_0 o fluxo de caixa na data 0.

$$VPL = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+i)} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{CF_n}{(1+i)^n} = 0 \quad (26)$$

Multiplicando-se por $(1+i)^n$, obtém-se a equação equivalente do valor futuro líquido:

$$VPL = CF_0(1+i)^n + CF_1(1+i)^{n-1} + \dots + CF_{n-1}(1+i) + CF_n = 0 \quad (27)$$

Isto é, a aquisição da TIR se dá pela resolução de uma equação polinomial de grau n , que, no limite, pode assumir até n raízes positivas.

Para determinar essa taxa, será utilizado uma planilha no Excel, o mesmo fornece funções específicas que facilitam a resolução dessa equação. Sendo o objetivo determinar a taxa, na qual torna o VPL igual a zero, os fluxos de caixa, assim como os valores presentes serão utilizados para encontrar a taxa em questão.

A palavra Payback em português representa “retorno”, é um método muito empregado para análise do prazo de retorno do investimento desejado. Este pode ser entendido como o tempo de retorno de um investimento inicial até o momento no qual o ganho acumulado se iguala ao valor deste investimento. Normalmente este período é medido em meses ou anos.

Este artifício tem a papel de medir o prazo básico para retomar o investimento realizado sem considerar o custo de capital da empresa. É a taxa de rendimento do investidor, ou seja, um percentual que o investidor pretende alcançar pelo investimento do seu capital no empreendimento.

O Payback é indicado como mecanismo inicial de análise ou como plano adicional dos demais métodos de qualificação de um investimento. Não é indicado como único método de avaliação, mas é bastante empregado por mostrar algumas vantagens. É simples de ser aplicado, o efeito pode ser facilmente exposto, apresenta uma medida do risco do projeto (quanto maior o valor do PBS, maior o risco do investimento e quanto menor o valor, menor o risco) e do mesmo modo a medida da liquidez (quanto menor o prazo de recuperação, maior a liquidez), sendo o ideal, pagar o mais rapidamente.

A taxa de lucratividade, também denominada de índice de lucratividade (IL) é um indicativo que mede a eficiência operacional de um negócio. Ele apresenta quanto a empresa consegue ganhar sobre o trabalho que realiza. Por meio dele, é possível averiguar se a receita conquistada com as atividades desenvolvidas é capaz de pagar a operação e ainda sobrar algo.

Com esse índice é possível calcular de forma geral, abrangendo todas as áreas da empresa ou direcionado a projetos específicos, para medir a lucratividade de forma individualizada. O índice de lucratividade é obtido como a razão entre o valor presente dos fluxos de caixa esperados e o valor inicial investido no projeto. Para descobri-lo é preciso, portanto, ter uma projeção do quanto de retorno espera-se ter de um projeto e saber qual o capital inicial de investimento.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 EMPRESA

A empresa, utilizada como objeto de estudo, é uma Indústria têxtil, a mesma é referência em seu segmento, sendo uma das maiores produtoras de tecido do tipo denim e brim do país. Ela iniciou suas atividades, com o objetivo de agregar valor à produção de tecido. Após algumas décadas atuando no mercado têxtil, foi conquistando espaço e respeito, graças ao seu comprometimento com a qualidade e satisfação dos seus clientes. Atualmente possui varias unidades no país e fora dele, buscando expandir suas unidades, ela vem agregando tecnologia e inovação em sua produção.

4.2 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo no setor de abertura era composto por máquinas semiautomáticas e necessitava de mão de obra para executar determinadas funções, o processo atual passou a ser de máquinas totalmente automáticas, reduzindo a mão de obra e ampliando a produção. Antes de automatizar a máquina, a mesma dependia de um operador para executar algumas atividades, além de apresentar algumas paradas não programadas, o que era prejudicial para o processo produtivo, pois o setor em questão abastecia as máquinas responsáveis pela fabricação do fio.

A abertura era responsável por abrir a matéria prima e executar a limpeza, retirando as impurezas e mandando estas para uma outra máquina, onde eram processadas e reaproveitadas. Como alternativa para reduzir a quantidade de paradas não programadas e aumentar a produtividade, foi sugerido automatizar a máquina. A automatização dos processos citados anteriormente, trará diversos benefícios, como mencionado, porém, é de suma importância entender este processo.

Usar a tecnologia para realizar tarefas recorrentes do processo produtivo, que anteriormente eram feitas manualmente, exigem grande responsabilidade e um estudo preciso sobre o processo em questão. Desta forma foi realizado um estudo de viabilidade econômica, utilizando os principais métodos de engenharia econômica para verificar se o investimento na automação da máquina será benéfico para a indústria. Sendo este viável, a automação permitirá que a empresa reduza seus custos e aumente sua eficácia, otimizando processos.

4.3 CUSTOS

Os custos relativos à automação foram compensados, visto que o investimento no processo trouxe resultados positivos, aumentando a produção, reduzindo a quantidade de paradas não programadas, padronizando o processo e trazendo mais segurança. O valor investido foi de R\$ 25000,00, sendo este valor destinado para a automação e troca dos componentes elétricos da máquina, os mesmos apresentavam desgastes por conta das condições de trabalho e o tempo de uso.

A máquina era operada por um colaborador antes de ser automatizada, o mesmo possuía um salário de R\$ 1212,00 reais. Após o procedimento, a mesma passou a não necessitar do operador, sendo ele realocado para outro setor. Durante o processo de limpeza, ocorriam várias paradas não programadas, mesmo a máquina possuindo um plano de manutenção bem definido. Após o estudo de viabilidade econômica, foi constatado que automatizar esta máquina seria viável, do ponto de vista econômico e técnico.

Os métodos aplicados para análise da viabilidade financeira do projeto, o método do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa interna de retorno (TIR), Índice de lucratividade (IL) e o Payback, foram calculados considerando o orçamento para a implantação da automação da máquina como o custo de investimento do projeto, e o valor de retorno sendo referente a economia obtida na redução de mão de obra necessária para operar a máquina.

Como mencionado, os cálculos foram feitos no Excel utilizando a função específica TIR, a mesma calcula a taxa que torna o VPL igual a zero. A tabela 2 mostra os fluxos de caixa para cada ano, sendo o total de quatro anos, os valores presentes também são fornecidos.

Tabela 2 – Calculando valor presente e presente acumulado no Excel

Período do ano	Fluxo de caixa	Valor presente	Valor presente acumulado
0	-R\$ 25.000,00	-R\$ 25.000	R\$ 25.000
1	R\$ 15.229,19	R\$ 13.844,72	R\$ 11.155,28
2	R\$ 32.052,40	R\$ 26.489,59	R\$ 15.334,30
3	R\$ 50.636,49	R\$ 38.043,94	R\$ 53.378,25
4	R\$ 71.165,76	R\$ 48.607,17	R\$ 101.985,42

Fonte: Excel.

Os valores contidos na tabela foram essenciais para determinar a taxa interna de retorno (TIR). A tabela 3 apresenta os outros indicativos calculados com auxílio do Excel, inclusive a TIR. Os demais indicativos que não foram abordados neste tópico, serão mencionados nos posteriores, no caso do VPL, que já foi indagado, também terá seu valor apresentado, assim como a taxa de lucratividade e o tempo de payback.

Tabela 3 – Indicativos financeiros

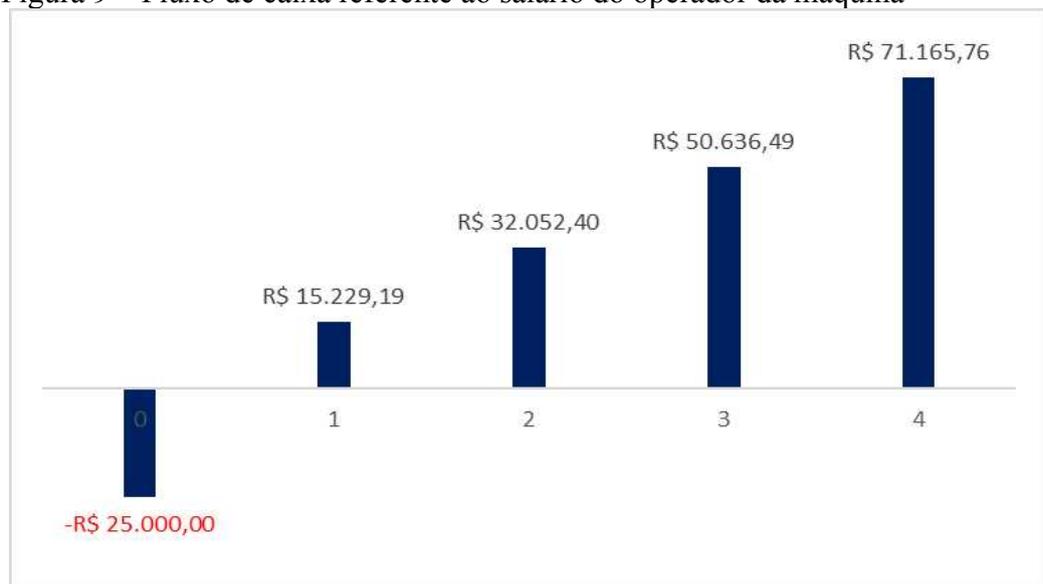
Soma dos VP'S	R\$ 126.985,42
VPL do projeto	R\$ 101.985,42
Taxa interna de retorno (TIR)	104,87%
Taxa de lucratividade	5,079
Tempo de payback	1,42

Fonte: Excel

O propósito dessa ferramenta é apurar o saldo disponível no momento e projetar o futuro. É de suma importância para uma organização financeira a existência de um capital de giro acessível, tanto para o custeio da operação da empresa quanto para os investimentos em melhorias. Os registros de entradas e saídas precisam ser apontados, podendo ser diários, semanais, quinzenais ou mensais.

Com o auxílio desta ferramenta foi possível acompanhar toda a movimentação de valores da empresa, ou seja, auxiliar no controle da parte financeira. Será apresentado o fluxo de caixa referente ao salário do operador da máquina automatizada, sendo este utilizado como parâmetro para o investimento.

Figura 9 – Fluxo de caixa referente ao salário do operador da máquina



Fonte: Autor (2022).

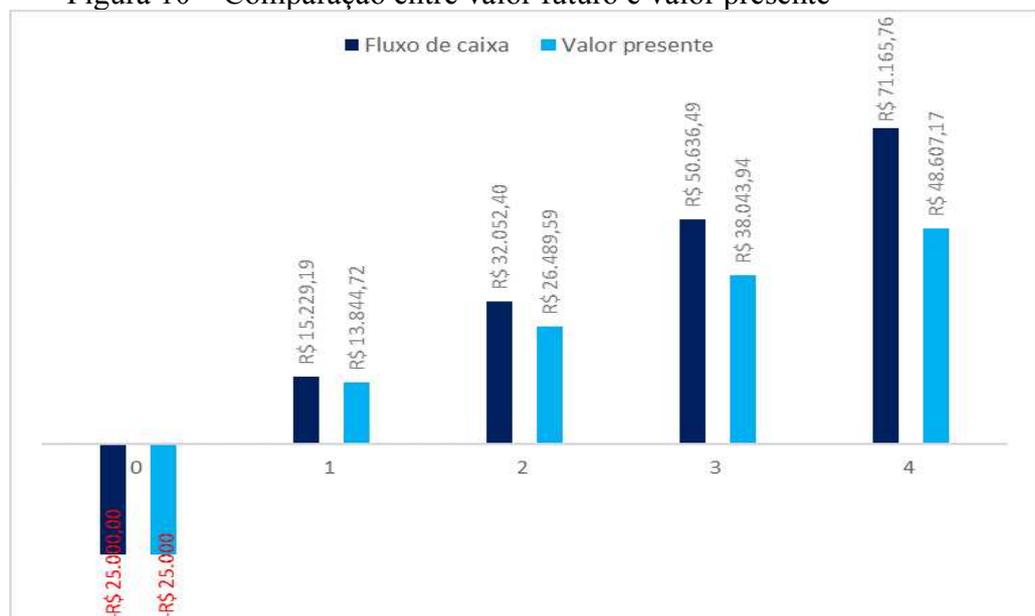
A Figura 9 apresenta o fluxo de caixa referente aos quatro anos, a mesma entrega o valor futuro do investimento, sendo este equiparado ao fluxo de caixa. Usando o salário de R\$ 1212,00 como o valor de entrada e estipulando uma taxa de 0,833% ao mês, já que o colaborador

recebe seu salário mensalmente, a partir do segundo ano já é possível verificar um retorno positivo, do ponto de vista econômico. Este segue de forma crescente, provando que o investimento foi viável.

As informações contidas no fluxo de caixa podem ser utilizadas para verificar de forma rigorosa as entradas e saídas. A estrutura do fluxo de caixa está ligada a natureza da empresa e de suas necessidades. A vantagem trazida pela utilização do fluxo de caixa é relativa ao controle financeiro. Ao organizar todas as receitas, é possível ter uma visão clara de todas as movimentações que ocorreram no período em questão.

Para apresentar de forma mais concisa a rentabilidade do investimento, será exibido a comparação entre o valor presente e o valor futuro do investimento. Esses dados são de suma importância para alcançar o indicativo financeiro do projeto, que no caso é o VPL. Para determiná-lo, foi necessário obter o valor presente de todos os fluxos de caixa, a partir desses foi possível determinar o VPL. Na Figura 10 é apresentado o valor presente e o valor futuro referente aos 4 anos com uma taxa de atratividade de 10% ao ano.

Figura 10 – Comparação entre valor futuro e valor presente



Fonte: Autor (2022).

O objetivo da Figura 10 foi apresentar todos os valores presentes referentes a cada fluxo de caixa e transferir para o instante atual. A soma algébrica dos valores líquidos envolvidos nos “n” períodos considerados, reduzidos ao instante inicial, descontados à mesma taxa de juros, considerada como Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que foi estabelecida em 10% ao ano, resulta no VPL do projeto em questão.

O próximo indicativo apresentado é taxa interna de retorno, que pode ser entendida como um indicador complementar ao VPL, a mesma colabora de forma efetiva e ágil para verificar a viabilidade econômica de um determinado investimento ou projeto. Para determinar a TIR foi usado uma fórmula específica no Excel, para obter esse índice foi aplicado o fluxo de caixa usado para determinar o VPL, depois foi empregada a fórmula TIR do Excel, gerando o índice desejado.

O índice de lucratividade (IL), será o próximo indicativo comentado, porém será definido antes. O próprio pode ser entendido como um indicador que mede a capacidade operacional do seu empreendimento em gerar lucros a partir de um projeto desenvolvido. Este indicador irá medir a eficiência operacional do negócio sob a forma de valor percentual. É um índice que constata quanto a empresa consegue adquirir sobre o trabalho que desenvolve. Para determina-lo, foi usado uma operação básica de divisão, que consiste na razão entre a soma dos valores presentes dos fluxos de caixa pelo investimento do projeto.

Outro indicador de grande importância é Payback, o mesmo é um índice financeiro que representa o tempo de retorno de um investimento. Quando se trata de investimento um dos indicadores mais importante é o Payback, sendo ele usado para medir quanto tempo leva para recuperar o dinheiro investido em um determinado projeto ou aplicação, desta forma se tornou um dos principais parâmetros a serem considerados na avaliação de um investimento.

Para determinar esse indicador financeiro é necessário calcular o tempo para a recuperação de um investimento, saber quanto ele vai gerar mensalmente em receita, ou seja, fazer uma projeção de caixa preciso, considerando as receitas e despesas relacionadas ao investimento nos próximos meses. No projeto em questão o tempo necessário para obter um retorno positivo foi em média um ano e meio, sendo considerado um investimento rentável.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou evidenciar a importância e a relevância do estudo de viabilidade econômica na implantação de um projeto de automação industrial, quando o objetivo é diminuir as paradas não programadas e reduzir os custos com manutenções corretivas, aumentando a produtividade e padronizando os processos industriais. A fim de comprovar a necessidade de um estudo desta magnitude, foram obtidos os valores referentes ao investimento e utilizados para obter os principais indicadores econômicos, com o propósito de constatar a viabilidade da automação.

Este estudo conseguiu alcançar o resultado pretendido pelo objetivo, analisando a viabilidade de um projeto de investimento em uma máquina de processamento de algodão, a mesma executa a abertura e limpeza do algodão, sendo este, um processo de suma importância, visto que, após o processamento ele será encaminhado para as máquinas responsáveis pela criação do fio. Quando ocorre uma parada não programada no setor de abertura, a produção sofria uma redução, já que o mesmo abastecia outros setores.

Levou-se também em consideração para este estudo, o objetivo geral que foi analisar a viabilidade econômico-financeira para a implantação da automação de uma máquina de processamento de algodão em uma indústria têxtil, localizada no município de Pacajus/Ceará, região metropolitana de Fortaleza. O mesmo busca fundamentar um investimento através de métodos de engenharia econômica, sendo estes utilizados para apresentar indicadores que asseguram ou inviabilizam o investimento.

Cabe ressaltar que para a empresa conseguir obter uma melhor análise foram colhidas informações de grande relevância para a execução do projeto, as mesmas foram disponibilizadas para serem empregadas como parâmetros, a partir destes foram alcançados os principais indicadores econômicos, demonstrando que o projeto era realmente viável.

Finalizando este estudo, o mesmo demonstra que sua relevância, foi constatada após a realização de sua inserção, foi possível verificar os resultados positivos alcançados, como, redução do número de paradas não programadas, aumento da produção, redução dos custos de manutenção, padronização de serviços e redução de mão de obra.

REFERÊNCIAS

- AFFONSO, Cleber Horácio. **Noções de automação: AMX Automação Industrial. Campinas, entre 2001 e 2003.** Disponível em: <<http://amxai.tripod.com.br>>. Acesso em: 08, junho, 2022.
- ALIEVI, C. A. **Automação residencial com utilização de controlador lógico programável.** Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário Feevale. Novo Hamburgo, dez. de 2008.
- ASSAF NETO, Alexandre; GUASTI, Fabiano. **Fundamentos de administração financeira.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- AURÉLIO, M. **As barreiras para a automação industrial nas empresas.** Elco Indústria, 2018. Disponível em: <<https://elcoindustria.com.br/as-barreiras-para-a-automacao-industrial-nas-empresas/>> Acesso em: 08, junho, 2022.
- BIANCHINI, Bruno José. **Estudo de viabilidade financeira na implantação de um aviário modelo dark house em uma propriedade rural no município de nova bréscia.** Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Curso II, do curso de Administração do Centro Universitário Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Bacharel em Administração. 2014.
- BITTAR, Eduardo Carlos Bianca. **Linguagem jurídica.** São Paulo: Saraiva, 2001.
- BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos: Aplicação em Empresas Modernas.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 18 p.
- BRAGA, Roberto. **Fundamentos e técnicas de administração financeira.** 1 ed. São Paulo: Atlas, 1989.
- BRESCIANI, Jaison da Silva. **Técnicas de Análise de Investimento.** Elaboração e Análise de Projetos, 2015. 07 p.
- BRIGHAM, Eugene F.; EHRHARDT, Michael C.. **Administração Financeira: Teoria e Prática.** 10. ed. São Paulo: Cengage, 2007. Tradução : José Nicolás Albuja Salazar e Suely Sonoe Murai Cucci.
- BRUNI, A.L.; FAMÁ, R. **Gestão de custos e formação de preços : com aplicações na calculadora HP 12c e Excel.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- CARDOSO, D. L. **Domótica Inteligente - Um Contributo Prático.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica de Computadores, Universidade De Trás-Os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 2009.
- CARLESSO, Jhonny Lincoln. **Automação de um sistema de exaustão industrial para melhoria da eficiência energética.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial, do

Departamento Acadêmico de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira Engenharia Econômica Tomada de Decisão Estratégia Empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. São Paulo: Atlas, 2012.

DARIO, J. **Gerenciamento da qualidade como ferramenta para evitar o retrabalho nas organizações**. 2018. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2005.

DIAS, C. L. A.; PIZZOLATO, N. D. **Domótica - Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial**. CEFET. Campos Dos Goytacazes. RJ. VÉRTICES, v. 6, n. 3, set./dez. 2004

FALCONI, V. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia a dia**. Nova Lima: FALCONI, 2013.

FIGUEIREDO, S. M. A.; MOURA, L. **Os custos na produção conjunta das indústrias de beneficiamento de castanha de caju – Estado do Ceará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 10., 2002, São Paulo: Anais. São Paulo: FECAP, 2002.

GITMAN, Lawrence J.. **Princípios de Administração Financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2007. Tradução de : Antonio Zoratto Sanvicente.

GUERRA, F. **Matemática Financeira através da HP12C**. Florianópolis: UFSC, 2006. Guia práctica de la ventilación. Woods of Colchester Ltda. Barcelona: Blume, 1970.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custo: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HOJI, Masakazu. **Administração financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

HORNGREN, C.T.; FOSTER, G.; DATAR S.M. **Contabilidade de custos**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2000

HORIZONTE. Secretaria Municipal de Educação. **Censo escolar**. Horizonte: Secretaria Municipal de Educação, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2003**. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

KAUR, I. **Microcontroller Based Home Automation System With Security**. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 1, No. 6, Dec. 2010.

KUSTER, Edison. **Projetos empresariais: elaboração e análise de viabilidade**. / Edison Kuster, Fabiane Christina Kuster. / Curitiba: Juruá, 2013. 164 p.

KUHNEN, Osmar Leonardo; BAUER, Udibert Reinoldo. **Matemática Financeira aplicada e Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 1996.

LARA, Marilda Lopes Ginez de; SMIT, Johanna Wilhelmina. **Temas de pesquisa em Ciência da Informação no Brasil**. São Paulo: Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.repositoriobib.ufc.br/000005/00000588.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2012.

LIMA, Y. C. C. MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da qualidade**. 9. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2008.

MARAFON, CARINE; SERVELIN, Thaísa; et al. **Benefícios do investimento em automação no processo de empacotamento de farinha de trigo**. UECEFF, 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2003

MEDEIROS, Eddy Lopes. **Projeto de domótica utilizando clp**. Projeto de Engenharia Elétrica submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. 2014.

MONKS, Joseph G.. **Administração da Produção**. São Paulo: Mcgraw-hill, 1987. Tradução de : Lauro Santos Blandy; revisão técnica: Petrônio Garcia Martins.

MORAES, Cícero Couto; CASTRUCCI, Plínio de Ladro. **Engenharia de automação industrial**. 2007. 2ª Edição.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado; PERUCCHI, Valmira. Universidades e a produção de patentes: tópicos de interesse para o estudioso da informação tecnológica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 15-36, 2014.

NEWNAN, Donald G.; LAVELLE, Jerome P.. **Fundamentos De Engenharia Econômica**. Rio de Janeiro: Ltc, 2014. Tradução : Alfredo Alves de Farias.

NETO, J. B. M. R; TAVARES, J; HOFFMANN, S. C. **Sistemas de gestão integrados: qualidade, meio ambiente, responsabilidade social, segurança e saúde no trabalho**. Editora Senac São Paulo, 2019.

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da Qualidade-Tópicos Avançados**. Cengage Learning: Editores, 2003.

OLIVEIRA, Rosane Machado de. **Revolução Industrial na Inglaterra: Um Novo Cenário na Idade Moderna**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 07. Ano 02, Vol. 01. Pp 89-116, Outubro de 2017. ISSN:2448- 0959

PASQUALINI, A M. **Fordismo: Uma análise aplicada aos casos do Brasil e Japão**. 2004. 67 f. Monografia (Especialização) - Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ROSAS, Anny Jacqueline Cysne. **Sustentabilidade da atividade produtora de água envasada em Fortaleza, CE**. 2008. 186 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

RIBEIRO, Ribeiro, Marco Antônio. **Automação Industrial, 3oed. Tek Treinamento & Consultoria Ltda**. Salvador – BA. 1999.

SISS, Ahyas. Afro-brasileiros e Educação Superior: notas para debates. *In*: COSTA, Hilton; PINHEL, André; SILVEIRA, Marcos Silva da (org.). **Uma década de políticas afirmativas: panorama, argumentos e resultados**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. p. 18-26.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

STURARO, André Zelioli. **Automação de bombas dosadoras com auxílio de controlador lógico programável**. Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia Mecânica – Automação e Sistemas da Universidade São Francisco. 2009.

TARAPANOFF, K. **Educação corporativa**. *In*: Congresso Iberoamericano De Gestão Do Conhecimento E Inteligência Competitiva, 1., 2006, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: CIETEP, 2006. Disponível em: <http://www.gecic.com.br>. Acesso em: 22 out. 2006. p. 59-70.

TIBOLA, Leandro Rosniak; PEREIRA, Carlos Eduardo. **Geração de sistemas supervisórios a partir de modelos orientados a objetos de aplicações industriais**. IV Semana Acadêmica do PPGC, Programa de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

TRISTÃO, Ana Maria Delazari; FACHIN, Gleisy Regina Bóries; ALARCON, Orestes Estevam. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. **Ciências da Informação**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, p. 172-178, 2004. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/265/233>. Acesso em: 2 out. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza: Biblioteca Universitária, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ufc.br/wp-content/uploads/2019/10/guia-de-citacao-06.10.2019.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2021.

VILEA, Maria Celma; et al. **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE PROJETO DE PISCICULTURA EM TANQUES ESCAVADOS**. 9o Congresso USP de Iniciação Científica em Contabilidade São Paulo/SP 26 e 27 julho de 2012.

WESTON, Fred J.; BRIGHAM, Eugene F. **Fundamentos da Administração Financeira**. Tradução: Sidney Stancatti. 10 ed. São Paulo: Makron Books do Brasil, 2000.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. **PROJETOS: Planejamento, Elaboração e Análise**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

YIN, R.K. **Estudo de caso : planejamento e métodos**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.