



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



---

**Luís Felipe de Moura**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE DA AQUISIÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CORTE A  
LASER**

**PASSO FUNDO**

**2022**

**Luís Felipe de Moura**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE DA AQUISIÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CORTE A  
LASER**

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção no Instituto de Tecnologia da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Mestre Juliana Kurek

Passo Fundo

2022

**Luís Felipe de Moura**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE DA AQUISIÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CORTE A  
LASER**

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção no Instituto de Tecnologia da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Mestre Juliana Kurek

Aprovado em: 13 de dez. de 2022

**BANCA EXAMINADORA**

Anderson Hoose, Doutor.  
Universidade de Passo Fundo

Jaqueline Varela Maiorka, Mestre.  
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo  
2022

## RESUMO

Às inovações tecnológicas que chegam ao mercado sempre chegam para somar e aprimorar os processos de produção, entretanto o investimento em novas tecnologias é um investimento de alto risco. Por isso, é importante que empresas, principalmente de pequeno porte, planejem bem o gasto que terão caso optem por investir em tecnologias de produção. Através da investigação científica e uma análise de custos detalhada, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da aquisição de uma máquina de corte a laser para uma empresa especializada na fabricação de pé de apoio para implementos agrícolas no norte do estado do Rio Grande do Sul.

**Palavras- Chave: Inovações tecnológicas - mercado agrícola - investimentos.**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	6
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	7
1.3 JUSTIFICATIVA	7
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 OBJETIVO GERAL	8
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	8
2.1 ANÁLISE DE INVESTIMENTO	9
2.2 INDICADORES DA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	10
2.2.1 TMA - TAXA MÍNIMA ATRATIVA	10
2.2.2 INDICADORES DE RENTABILIDADE	11
2.2.3 INDICADORES DE RISCO DO PROJETO	12
2.3 LASER	14
2.3.1 MÁQUINA DE CORTE A LASER	16
<b>3 MÉTODO DO TRABALHO</b>	17
3.1 OBJETO DE ESTUDO	17
3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	18
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	20
4.1 ANÁLISE DO EQUIPAMENTO PROPOSTO	20
4.1.1 PRINCIPAIS VANTAGENS	21
4.1.2 CONSUMÍVEIS	22
4.1.3 CAPACIDADE DE CORTE BL-3015-O FIBRA ÓPTICA 3.000W	22
4.1.4 AVALIAÇÃO DOS GANHOS	23
4.2 ANÁLISE DO INVESTIMENTO	24
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	26
4.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO INVESTIMENTO	27
4.5.1 VANTAGENS DE UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER.	27
4.5.1 DESVANTAGENS DE UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER.	28
<b>5 CONCLUSÃO</b>	29
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	30

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O mercado metal mecânico no Rio Grande do Sul até 2014 possuía em média 9,8 mil estabelecimentos de metal mecânica, o que equivale 41% das empresas situadas no sul do país e 12,5% do total nacional (NECKEL, 2014, p.1), por isso este setor apresenta um mercado competitivo que necessita de inovação e tecnologia para se manter. Além disso, o setor metal mecânico é amplo, podendo fabricar produtos para as mais diversas áreas, tendo, portanto, demanda e facilidade para se manter no mercado. Entretanto, é importante frisar que quando a empresa não acompanha a demanda, dificilmente ela sobrevive e por isso é de extrema importância que haja investimento, que os produtos fabricados cheguem com facilidade e agilidade aos clientes, fortalecendo ainda mais os processos de produção nas mais diversas áreas.

Às inovações tecnológicas vem para facilitar a vida das empresas, agilizando serviços, garantindo mais qualidade nos produtos e até mesmo diminuindo riscos, que nesse caso são os de saúde dos trabalhadores, a chance de erro na produção de determinados produtos, garantia maior de qualidade e agilidade na produção. O investimento em inovação e tecnologia em indústrias do ramo é essencial, visto que há demanda, há competitividade e há recursos tecnológicos sendo criados com frequência para melhoria destas produções. Como mencionado anteriormente, às empresas do setor metal mecânico, conversam com as mais diversas áreas e empresas, trabalhando com pequenas, médias e grandes empresas, sendo elas produtoras em pequenas ou gigantescas quantidades. Uma das áreas relacionadas à produção metal mecânica é a produção agrícola, que embora não tenha o comércio representado por empresas especificamente, possui grande demanda no que tange a busca por maquinários que facilitem a vida dos agricultores.

O comércio agrícola é um dos mais fortes e mais importantes do país e por isso, tudo que envolve os processos da produção agrícola deve garantir qualidade, agilidade e eficiência, tanto para os produtores quanto para os consumidores. Os maquinários agrícolas foram desenvolvidos especialmente para facilitar a vida do produtor rural e dar conta da demanda de produção no setor, que embora nem sempre esteja com a economia aquecida, sempre está girando. Justamente por conta do volume de trabalho no setor agrícola, é importante que às

partes envolvidas prestem seus trabalhos e forneçam seus materiais seguindo o mesmo fluxo dos produtores e por isso, às logísticas destes setores devem ser estruturadas de acordo com esse ciclo garantindo sempre agilidade, qualidade e eficiência no provimento desses recursos de produção.

## **1.2 PROBLEMA DE PESQUISA**

No norte do estado do Rio Grande do Sul fica localizada uma empresa Metal Mecânica especializada na fabricação de pé de apoio para implementos agrícolas. A empresa é de pequeno porte, possui cerca de 20 funcionários. Considerando a produção da empresa, o porte, e o ciclo da produção agrícola será feita uma pesquisa para considerar a viabilidade da aquisição de uma máquina de corte a laser.

Entretanto, a aquisição da máquina de corte a laser ao mesmo tempo que diminui gastos e burocracia com a terceirização, torna-se um investimento fixo na empresa, que gera gastos com manutenção e revisão. Por isso, com este trabalho pretendemos fazer um balanço do retorno que este investimento dará a empresa, considerando a possibilidade de crescimentos da empresa, redução de custos, oferta de outros produtos possíveis de serem feitos, facilitação e automatização dos processos, garantia de agilidade de produção e possível substituição ou redução do trabalho terceirizado pelo trabalho da máquina.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

O trabalho a ser desenvolvido pela máquina de corte a laser hoje, é terceirizado, o que implica em pagamentos adicionais, funcionários e dependência desta terceirização. A aquisição da máquina de corte a laser seria justamente para não ter essa dependência, reduzir os custos e a burocracia que envolve a terceirização.

Segundo Neckel (2014, p. 4) nas pequenas empresas os ambientes de inovação são criados na medida que as mesmas sentem a necessidade de expandir ou aperfeiçoar seus negócios se moldando de acordo com a necessidade de cada organização, portanto a aquisição da máquina de corte, se viável, trará também a proposta de inovação para empresa, visto que através do investimento às possibilidades de produção podem se expandir, não dependendo exclusivamente do ramo agrícola, que hoje é a principal aliança de negócio da empresa em questão.

A inovação gera independência e valor ao produto fabricado, por isso é importante considerar o investimento. A tecnologia da máquina propõe ainda um melhor desenvolvimento da indústria, visto que empresas que negam a tecnologia hoje, não conseguem se manter. Portanto, a importância desta investigação se apresenta justamente porque é através dela que será possível tomar uma decisão assertiva em relação ao investimento.

## **1.4 OBJETIVOS**

Com este trabalho pretende-se, portanto, analisar a viabilidade da aquisição de uma máquina de corte a laser, considerando todas as variáveis envolvidas, pretende-se ainda analisar fazer uma projeção dos lucros e despesas que a aquisição do equipamento pode gerar e como a máquina pode auxiliar na agilidade e na qualidade da produção da empresa.

### **1.4.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a viabilidade da aquisição de uma máquina de corte a laser.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Determinar o custo para a empresa da aquisição de uma máquina de corte laser.
- b) Realizar uma projeção da rentabilidade e dos riscos do investimento.
- c) Determinar a viabilidade da aquisição do equipamento e o tempo de retorno do investimento.
- d) Determinar vantagens e desvantagens da aquisição ou não de uma máquina de corte a laser para a empresa.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Neste capítulo serão apresentados os conceitos e importância de uma análise para projetos de investimentos de viabilidade econômica e financeira, assim como os indicadores de rentabilidade e risco abordados nesta pesquisa.

## 2.1 ANÁLISE DE INVESTIMENTO

Uma análise de investimento é primordial para aferição da viabilidade econômica e financeira de um projeto. A necessidade de analisar a rentabilidade e os riscos de um investimento, a fim de certificar que seu retorno será garantido, ante a outras opções analisadas e disponíveis no mercado, torna-se indispensável em mercados cada vez mais competitivos e globalizados (SOUZA, 2003).

Segundo Leidens (2017) as técnicas de análise de investimentos são muito úteis na avaliação de um projeto, visto que, as mesmas permitem a obtenção de informações sobre o retorno do capital investido, contribuindo na tomada de decisão e aumentando a probabilidade de se ter êxito com o investimento.

Um investimento para a empresa é um desembolso feito visando gerar um fluxo de benefícios futuros, normalmente superior a um ano. A lógica da análise de investimentos é justificar sacrifícios presentes em prol de uma perspectiva de ganhos futuros (CLEMENTE; SOUZA, 2008).

Para Bauer e Kuhnen (2001), o conceito de análise de investimento pode ser um conjunto de técnicas, que permitem a comparação entre os diferentes resultados obtidos de diferentes decisões de investimento, de uma maneira científica, aumentando as possibilidades de sucesso de um projeto.

Ela é o modo de antecipar, por meio de estimativas, os resultados possíveis oferecidos pelos projetos. Empregar um conjunto de técnicas que possibilitem comprovar os resultados de diferentes alternativas e auxiliar a tomada de decisão (MEGLIORINI; VALLIM, 2009).

Segundo Casarotto e Nelson (2008) a análise para a implantação de um projeto de decisão deve considerar:

- Critérios econômicos: rentabilidade/retorno e os riscos do(s) investimento(s);
- Critérios financeiros: disponibilidade de recursos;
- Critérios imponderáveis: elementos não conversíveis em dinheiro, como segurança, status, localização, fácil manutenção, qualidade.

O campo de aplicação das técnicas de análises de investimentos está ligado ao processo de geração de indicadores utilizados nas alternativas de investimentos. Esses indicadores se subdividem em rentabilidade (geração e criação de riquezas) e de risco do projeto. Como

rentabilidade tem-se o valor presente líquido (VPL), valor presente líquido anualizado (VPLa), o índice benefício/custo (IBC) e o retorno sobre o investimento (ROI). Como indicadores de risco de um projeto tem-se a taxa interna de retorno (TIR) e o período de recuperação do investimento (pay-back) (CLEMENTE; SOUZA, 2008).

As consequências de ignorar a importância de uma análise econômico-financeira de projetos de investimento para a empresa pode ser definitivo para a continuidade da organização, quando essas investem altos valores em projetos que na verdade podem apresentar inviabilidade financeira para execução (SOUZA, 2003).

## **2.2 INDICADORES DA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS**

A seguir serão apresentados e conceituados alguns dos indicadores utilizados para analisar a rentabilidade e o risco de projetos de investimento.

### **2.2.1 TMA - TAXA MÍNIMA ATRATIVA**

Para Casarotto e Nelson (2008) “A TMA é a taxa a partir da qual o investidor considera que está obtendo ganhos financeiros”. Então para a escolha de um investimento o investidor deve escolher um que tenha uma taxa superior a TMA, pois devido a ter um risco maior, o rendimento auferido também deve ser maior.

Ainda segundo Casarotto e Nelson (2008) “Para as empresas, a determinação da TMA é mais complexa e depende do prazo ou da importância estratégica das alternativas.” Então um investimento só se tornará atrativo se o retorno obtido nesse seja maior que a TMA, pois se não for, não haverá lógica em investir-se dinheiro em um negócio mais ariscado e com taxa de retorno menor.

A decisão de investimento sempre tem duas alternativas a serem avaliadas: investir no projeto ou em opções do mercado financeiro. Fica explícito que o capital para investimento não fica em caixa, mas sim aplicado à TMA. Outro fato a ser considerado é a flutuação da TMA, visto que a mesma sofre a influência direta das taxas de juros da economia (CLEMENTE; SOUZA, 2008).

## 2.2.2 INDICADORES DE RENTABILIDADE

Os indicadores geralmente usados para medir a rentabilidade e analisar a viabilidade econômica das alternativas de investimento são: valor presente líquido; taxa interna de retorno; payback e o índice benefício/custo (SAMANEZ, 2007).

O método do valor presente líquido tem por finalidade calcular, em termos de valor presente, os fluxos de caixa futuros do projeto de investimento, limitando-se ao período de análise estabelecido. Nesse contexto, comparando os valores investidos e as riquezas geradas em cada período ao longo da vida útil do projeto (SAMANEZ, 2007).

O VPL é com certeza a técnica mais robusta de análise de investimentos, mais conhecida e mais utilizada. Ela é a concentração dos valores esperados de fluxos de caixa na data zero, utilizando-se da TMA como taxa de desconto (CLEMENTE; SOUZA, 2008).

O valor presente líquido anualizado, diferente do VPL que representa o valor para todo o período do projeto, representa um valor médio periódico (anual, mensal, etc.) dos fluxos de caixa líquidos de um projeto (BROM; BALIAN, 2007).

“Enquanto o VPL concentra todos os valores do fluxo de caixa na data zero, no VPLa o fluxo de caixa representativo do projeto de investimento é transformado em uma série uniforme” (CLEMENTE; SOUZA, 2008, p. 77).

O índice benefício/custo é um indicador que resulta da divisão do valor anual dos benefícios pelo valor anual dos custos do projeto, incluindo o investimento inicial. Ele permite descobrir a viabilidade econômica de um projeto (SAMANEZ, 2007).

Ele é a medida de quanto se espera ganhar por unidade de capital investido, é a razão entre o fluxo esperado de benefícios e o fluxo esperado de investimentos (CLEMENTE; SOUZA, 2008).

O conceito de ROI (Return On Investment ou Retorno sobre Investimento) é definido como um valor que mede a relação entre o benefício esperado sobre o investimento realizado, ou seja, ao medir a rentabilidade do investimento, permite avaliar o quão eficiente é o gasto que se realizou (SANTOS, 2012).

Segundo Kassai (1996) a expressão mais simples do ROI, que é aplicada sobre as informações extraídas da contabilidade, é dada pela seguinte equação:

$$ROI = \frac{\text{Lucro}}{\text{Ativo}}$$

Para Rico (2004) “[...] o ROI é a quantidade de dinheiro que retorna a partir de um investimento”

Assim, o ROI tornou-se uma medida popular na análise de investimentos, pois foi desenvolvido para mensurar o lucro e guiar decisões com finalidade de demonstrar se existe ou não viabilidade econômica, para investir (ROCHA; SELIG, 2001).

Dentre todos os indicadores apresentados, a taxa interna de retorno é a única que pode ser utilizada para analisar tanto a dimensão do retorno como a dimensão do risco de um projeto de investimento, seu resultado mostra a taxa de desconto que zera os ganhos do projeto, dessa forma exibindo tanto o ganho como o risco (CLEMENTE; SOUZA, 2008).

Segundo Hoji (2010), a TIR é conhecida também como taxa de desconto do fluxo de caixa, é uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas). Quando utilizada como taxa de desconto resulta em Valor Presente Líquido (VPL) igual a zero.

A TIR é um método que reflete a taxa dos fluxos de caixa líquidos periódicos, ou seja, as entradas de caixa menos as saídas, dentro de um determinado período, normalmente um ano, calculado para todo o investimento (LIZOTE, 2014).

Ela é a taxa de juros que torna o VPL do investimento igual a zero. Dessa definição pode-se deduzir que a TIR é a rentabilidade projetada do investimento, quanto está se estimando ganhar (%) de acordo com o orçamento definido (CAMLOFFSKI, 2014).

O critério de análise, quando a TIR é usada para tomar decisões do tipo “aceitar-rejeitar”, é o seguinte: Se a TIR for maior que o custo de capital (taxa mínima de atratividade), aceita-se o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto. Esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa requerida de retorno (SVIECH; MANTOVAN, 2013).

### 2.2.3 INDICADORES DE RISCO DO PROJETO

Os indicadores até então apresentados medem a capacidade de geração de riqueza além do valor investido de um projeto de investimento, contudo, a seguir serão apresentados os indicadores utilizados para medir o risco do projeto.

Entende-se como risco de um projeto a probabilidade da ocorrência de prejuízos financeiros advindo de determinado investimento ou a variabilidade dos retornos esperados de do mesmo (SOUZA, 2003).

Na dimensão risco, a informação da TIR é mais relevante. À medida que ela se aproxima da TMA, o risco aumenta, assim como diminui quando essa diferença entre os indicadores aumenta. Caso a TIR seja igual a TMA, não existirá ganhos no projeto e alto risco, mas se ela for menor que a TMA, o projeto apresentará prejuízo (CLEMENTE; SOUZA, 2008).

A principal contribuição da TIR para a análise de investimento é a mensuração do risco. Quanto mais próximas a TMA e a TIR, maior é o risco, ou seja, o limite superior da rentabilidade projetada está muito próximo do mínimo que se deseja ganhar, menor será a resistência do projeto às volatilidades do mercado (CAMLOFFSKI, 2014).

Para examinar um projeto, um dos fatores é identificar o tempo necessário para alcançar o retorno sobre o investimento. Para isto é necessário aplicarmos o método payback, encontrando assim o tempo que se deve considerar os fluxos de caixa líquido gerados, subtraído do investimento inicial, para avaliar seu prazo de retorno (LIZOTE, 2014).

Para Clemente e Souza (2008), o payback é o número de períodos necessários para que o fluxo de benefícios supere o capital investido.

O Quadro 01 mostra os indicadores e sua interpretação.

Quadro 01: Interpretação dos indicadores de rentabilidade e risco

INDICADOR		ITERPRETAÇÃO
TMA		taxa de mercado com maior rentabilidade e menor risco
VPL		POSITIVO - projeto viável
VPLa		POSITIVO - projeto viável e merece continuidade de análise
ICB		MAIOR QUE 1,00 – Significa que para cada 1,00 UM, existe um ganho percentual correspondente ao excesso
ROI		MAIOR QUE ZERO – Representa o ganho além da TMA
TIR	Rentabilidade e	MAIOR QUE A TMA – Haverá ganhos no projeto
	Risco	DISTANTE DA TMA – menor risco
<i>Payback</i>		DISTANTE DA TMA – menor risco

Fonte: Adaptado de Clemente e Souza (2008).

Já no Quadro 02, podemos verificar todas as fórmulas necessárias para calcular os indicadores de rentabilidade e de risco do projeto.

Quadro 02 – Fórmulas dos Indicadores

Valor Presente Líquido
$VPL = -Investimento\ Inicial + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$
Valor Presente Líquido Anualizado
$VPLa = VPL \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$
Índice Benefício/Custo
$IBC = \frac{\sum [CF_j] / (1+i)^j}{CF_0}$
Taxa Interna de Retorno
$TIR = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} = 0$
Pay-back
$pay - back = \frac{\text{Valor do Investimento}}{\text{Valor dos Fluxos de Caixa}}$

Fonte: Adaptado de Clemente e Souza (2008).

### 2.3 LASER

Segundo Guethi (2017) os lasers que estão presentes no mercado atual são dos mais diversos. Não somente em termos de espectro e potência, mas também pelo aumento da difusão para locais que permitem à população usufruir – lasers de baixa potência para aplicações sensoriais em brinquedos, de alta potência em cortadoras lasers profissionais. Algumas potências de laser podem ser vistas na Figura 01.

Figura 01 – Aplicações e potências lasers usual

<b>Aplicação do Laser</b>	<b>Potência (mW)</b>
<i>Pointer</i> – apontador	1 a 5
DVD e CD <i>player</i>	5 a 10
Gravador de CD e de DVD	100 a 250
Laser verde – disco holográfico	1k
Lasers de micro usinagem	1k a 20k
Laser CO2 para corte	30k a 100k
Laser CO2 para corte industrial	100k a 3000k

As potências 30k~100k também são usadas para aplicações cirúrgicas.

Fonte: GUETHI (2017)

Segundo Gerck (1997, p. 01), o acrônimo L.A.S.E.R. é derivado da expressão Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Utilizado neste sentido, o termo Light (luz) refere-se à radiação eletromagnética compreendida em toda faixa do espectro, do ultravioleta (UV) até o infravermelho (IV), o que está relacionado com comprimentos de onda de aproximadamente 0,1 até 1000 mm.

Ainda de acordo com o autor, o que cria as condições necessárias para o funcionamento de um laser é a ocorrência de uma transição quântica nos níveis energéticos que compõem o meio laser (átomos, moléculas, íons, etc.) de um estado inicial para outro energeticamente superior, aumentando a população dos níveis superiores (GERCK, 1997, p.1). Quanto à estrutura, do laser Gerck (1997, p.2) nos coloca que a estrutura básica de um laser é formada pela reunião de três componentes fundamentais: um meio ativo, uma fonte de bombeamento energético (excitação do meio ativo) e um ressonador óptico.

Existem alguns tipos de lasers diferentes e cada um pode funcionar de uma maneira diferente sendo que:

- Lasers de isolantes dopados (meio físico constituído de íons metálicos embutidos em uma matriz sólida de material isolante; bombeamento realizado a través de descargas luminosas): laser de rubi, lasers Nd:YAG e Nd:vidro, laser de Alexandrita, etc.
- Lasers gasosos (o bombeamento é efetuado através de descargas elétricas ou, em alguns casos, reações químicas exotérmicas, sobre um meio ativo constituído de moléculas, íons ou átomos neutros de um gás ou mistura gasosa, os quais podem estar confinados ou em fluxo na cavidade): laser de He-Ne, laser de CO<sub>2</sub>, laser de nitrogênio, laser de excímero, laser de criptônio, laser de He-Cd, laser de argônio, laser de CO, etc.
- Lasers de corante (meio ativo composto de um corante orgânico diluído em solvente líquido, com bombeamento energético executado por fontes ópticas, tais como lâmpadas flash ou outros lasers. As saídas de potência variam de miliwatts até alguns watts, no modo pulsado): laser de rodamina, laser de cumarina, etc.
- Lasers de semicondutor (a radiação é emitida no interior de uma junção p-n em um diodo semicondutor): laser de Ga Alx As1-x (GERCK, 1997, p.03).

Segundo Gerck (1997, p. 17) quanto mais concentrada for esta potência, maior será a qualidade obtida na linha de corte. Dessa forma, saber como a potência se distribui, é de fundamental importância para se prever a qualidade final possível, analisando que a precisão do corte geralmente é obtida na concentração de potência do feixe magnético dos lasers, torna-se extremamente necessário pensar na manutenção que será dada a máquina nesse quesito, com intuito de manter a qualidade do metal cortado durante o processo de produção.

Ainda segundo o autor, nota-se a importância de prezar pelo cuidado com os seguintes aspectos da máquina, em relação ao laser: Parâmetros relativos à fonte laser; Parâmetros

relativos ao gás injetado; Parâmetros relativos ao sistema de focalização do feixe; Parâmetros relativos ao substrato metálico (GERCK, 1997, p.21-22). Esses detalhes são importantes pois são eles que garantem a boa funcionalidade do laser da máquina e se mal usados, podem prejudicar não só a agilidade da produção, como também a qualidade dos produtos.

### 2.3.1 MÁQUINA DE CORTE A LASER

A primeira máquina de corte à laser foi feita pela Western Electric Research Engineering Center, em 1965. Inicialmente, utilizada em indústrias de fabricação para cortar materiais e ferramentas com geometrias complexas. Aprimorada pelo Reino Unido, que em 1967 passou a utilizar os lasers de oxigênio para cortar metais, essa tecnologia foi, posteriormente, colocada em produção a fim de cortar titânio para aplicações aeroespaciais.

De acordo com Esteves (2017) entre vários tipos de processos tecnológicos de transformação de materiais, o corte por laser tem sido cada vez mais utilizado. É um processo que permite a obtenção de peças com elevada precisão dimensional. Permite realizar cortes com quase qualquer forma, além de que o desperdício de material é muito baixo. Inicialmente o corte por laser teve uma grande adesão no corte de chapas pois permite obter peças como se estivessem a ser desenhadas numa folha de papel.

Ainda segundo Esteves (2017) o funcionamento de uma máquina de corte a laser é o típico de uma máquina CNC. Uma cabeça móvel com a ferramenta de corte, neste caso o laser, que percorre uma trajetória pré-programada realizando a operação de corte quando pretendida.

Segundo Guethi (2017) o corte desse tipo de máquina ocorre por meio de alguns fenômenos: corte de vaporização, derreter e fundir, rachaduras por estresse térmico, corte reativo. O mais comum para os materiais usuais é o corte de vaporização. Neste processo o que ocorre é que o feixe do laser focado na superfície do material o faz chegar em seu ponto de sublimação gerando um furo que aumenta a absorvidade pelo material aumentando e aprofundando o furo.

A aquisição de uma máquina de corte a laser pode gerar inúmeras vantagens para a empresa, sendo elas redução dos custos de produção, corte de geometrias complexas, pouca perda de material, corte de alta qualidade e precisão, mais agilidade no processo. Que por fim podem acabar tornando a empresa mais competitiva frente aos concorrentes. Por outro lado, a aquisição desse equipamento tem um alto custo inicial, o que para uma empresa de pequeno

porte, ter uma grande quantidade de capital mobilizado pode ser um alto risco, se não for feita uma devida análise prévia.

### **3 MÉTODO DO TRABALHO**

Este capítulo apresenta a descrição objeto de estudo e o procedimento metodológico usado para o desenvolvimento deste trabalho.

#### **3.1 OBJETO DE ESTUDO**

A empresa em estudo é do setor metal mecânico. Fundada em 2004 a empresa fica localizada no norte do Rio Grande do Sul e tem como objetivo atender as necessidades do mercado. Atualmente a empresa tem 2 produtos principais: o Enleirador de Pedras que é responsável por 36% do faturamento da empresa e os Pés de Apoio Mecânicos que são utilizados em implementos agrícolas e carretas, estes representam 58% do faturamento. A empresa possui pé de apoio de modelos padronizados, mas também desenvolve projetos personalizados para atender as necessidades de cada cliente. Estes que podem variar em sua capacidade de sustentação, formato do engate, altura, formato da base de apoio em solo, tipo de manivela, altura alcançável e a cor.

A empresa também realiza trabalho de terceirização, como a usinagem de aço inox e aço carbono, e a gravação eletroquímica em aço inox. Também está desenvolvendo um novo produto, o triturador de pedras, que deve começar a ser produzido no início do segundo semestre de 2023.

Atualmente a empresa conta com uma área fabril de 600 m<sup>2</sup>, mas já iniciou o processo de ampliação do pavilhão em cerca de 500 m<sup>2</sup>. Também investe constantemente em tecnologias, melhorias do processo de fabricação, qualificação dos produtos, treinamento dos colaboradores, reafirmando cada vez mais o compromisso de oferecer os melhores produtos.

### 3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa científica consiste em um processo metódico de investigação, recorrendo a procedimentos científicos a fim de encontrar respostas para um problema. Pereira (2018) afirma que o método científico é um trabalho sistemático, na busca de respostas às questões estudadas, é o caminho que se deve seguir para levar à formulação de uma teoria científica. É um trabalho cuidadoso, que segue um caminho sistemático.

Para a realização deste estudo foram utilizados alguns procedimentos metodológicos em relação ao objetivo da pesquisa, abordagem do problema e tipologia

Quanto aos objetivos, caracteriza-se como exploratória, que de acordo com Cervo e Silva (2006) este caráter estabelece critérios, métodos e técnicas para a elaboração de uma pesquisa e visa oferecer informações sobre o objeto desta e orientar a formulação de hipóteses.

Em relação a abordagem, a pesquisa é quali-quantitativa, pois aborda os dois tipos de dados. Yin (2015), considera que os métodos qualitativos e quantitativos não se excluem e podem ser importantes se complementando e permitindo um melhor entendimento dos fenômenos em estudo.

No que se refere a tipologia de pesquisa, o trabalho é um estudo de caso, pois tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de um investimento. Segundo Pereira (2018). Um estudo de caso é uma descrição e análise, a mais detalhada possível, de algum caso que apresente alguma particularidade que o torna especial.

Ainda segundo Pereira (2018), este tipo de estudo pode trazer uma riqueza de dados e informações de modo a contribuir com o saber na área de conhecimentos na qual for utilizada.

Já Yin (2015) afirma que os estudos de caso procuram descrever e analisar de modo mais aprofundado e exaustivo o possível.

Este trabalho propõe o uso dos métodos citados anteriormente, bem como, de elementos de custos e engenharia econômica para o desenvolvimento de uma análise de viabilidade da aquisição de uma máquina de corte a laser. A coleta de dados foi realizada nos registros quantitativos disponibilizados pela empresa. Contudo, devido a valores e custos serem considerados estratégicos e sigilosos, foi realizada uma ponderação no uso desses valores, o que não altera o resultado final do trabalho. O procedimento adotado e a aplicação dos conceitos seguiram os passos apresentados na Figura 02.

Figura 02 – Metodologia do Trabalho.



Fonte: Autor

A análise desenvolvida no estudo consiste em quatro fases sendo elas:

- 1) Realizar a apresentação e análise do equipamento que a empresa almeja adquirir.
- 2) Realizar a análise do investimento: Para a análise foram efetuados os cálculos dos métodos de VPL, TIR, ROI, IBC, *Payback*, abordados abaixo:
  - TIR (Taxa interna de retorno): Esta ferramenta mede a rentabilidade do investimento, é através dela que foi possível ter em números o percentual de retorno do projeto para a empresa, a empresa em estudo considera que esta taxa seja superior a 15%, do contrário, é considerado como baixa atratividade;
  - VPL (Valor presente líquido): é uma métrica que tem como objetivo calcular o valor presente líquido de uma sucessão de pagamentos futuros, deduzindo uma taxa de custo de capital. Este cálculo é de extrema necessidade pois o dinheiro recebido no futuro não equivale ao recebido hoje. Na empresa em questão foi levado em consideração os próximos 10 anos da operação do equipamento;

- ROI (Retorno Sobre o Investimento): consiste na razão entre os lucros e o valor do capital investido no projeto. É uma média percentual de riqueza gerada pelo projeto.
- IBC (Índice de custo/benefício): representa a expectativa de ganho por unidade de capital investido no projeto.
- *PAYBACK* (Tempo de recuperação do investimento): é caracterizado pelo prazo necessário para recuperar o capital investido;

3) Análise dos resultados: neste passo foram avaliados os resultados obtidos nos cálculos de VPL, TIR, ROI, IBC, *Payback*, para após concluir se este investimento é viável ou não para a empresa em estudo;

4) Vantagens e desvantagens do investimento: nesta etapa foram avaliadas as vantagens e desvantagens do investimento em uma nova máquina de corte a laser para auxiliar na tomada de decisão;

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **4.1 ANÁLISE DO EQUIPAMENTO PROPOSTO**

A diretoria da empresa após análise de alguns equipamentos similares optou especificamente por esse equipamento, alguns dos parâmetros que levaram em consideração foram tecnologia, qualidade e valor do equipamento, os quais serão mostrados nessa etapa do trabalho.

O equipamento a ser analisado é uma máquina de corte a laser da marca Marca LS SHOW modelo BL-3015-O Fibra Óptica 3.000W que foi importado e vendido pela empresa Burtin Máquinas e Equipamento Ltda. O qual podemos ver na Figura 03.

Figura 03 - BL-3015-O Fibra Óptica 3.000W



Fonte: Burtin Máquinas e Equipamento Ltda. (2022)

O Laser por Fibra Óptica possui um sistema de geração do laser em estado sólido de baixa manutenção para fornecer um feixe de laser conduzido por um cabo de fibra óptica diretamente para o cabeçote sem a necessidade de espelhos para calibração. O equipamento conta com o gerador de Laser por fibra óptica de alta eficiência. O sistema a fibra proporciona alta qualidade na geração do laser, baixíssimo consumo de energia e eficiência três vezes maior comparada a máquina por CO<sub>2</sub>.

#### 4.1.1 PRINCIPAIS VANTAGENS

- Velocidades de corte mais altas devido a nova geração de laser JPT;
- Custo Operacional é reduzido em mais de 50% quando comparado às máquinas CO<sub>2</sub>;
- Eficiência energética maior devido a condução do laser ser através de fibra;
- Produz bordas com melhor acabamento;
- Consumo de energia e reduzido em mais de 70%;
- Não exigem níveis de alta potência devido à alta eficiência;
- Alta Precisão e confiabilidade;
- Alta vida útil da máquina;
- Não utiliza o Gás do Laser devido a tecnologia por estado sólido (somente o gás de corte);
- Laser RAYCUS com homologação através da FDA, USA e os principais órgãos de controle ao redor do mundo.

#### 4.1.2 CONSUMÍVEIS

O laser por fibra óptica de estado sólido não necessita de gás para o gerador. No entanto, necessita de gás auxiliar para o corte dos materiais: O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e ar comprimido 15-30bar.

Cada material exige um tipo de gás auxiliar. Conforme tabela de corte acima. Para aplicação em chapas finas de aço carbono, recomendamos a utilização de ar comprimido, o que proporciona uma diminuição substancial nos custos operacionais.

O equipamento acompanha kit básico de espelhos, bicos e anéis de cerâmica, os quais devem ser trocados conforme a vida útil de cada item. É importante respeitar as trocas a fim de garantir a alta qualidade do corte e performance do equipamento.

- Espelho: Trocar a cada 300/400h
- Bico de corte: 300/400h
- Anel Cerâmico: 8.000 / 10.000 horas

#### 4.1.3 CAPACIDADE DE CORTE BL-3015-O FIBRA ÓPTICA 3.000W

A empresa utiliza em seus principais produtos, peças que são cortadas em chapas de aço carbono, que variam de espessura de 2 mm até 16 mm.

Apesar do equipamento em estudo além do aço carbono cortar também aço inox, alumínio, latão e cobre a empresa não tem necessidade de cortar estas matérias. Contudo pode vir a ser um diferencial para a empresa, sendo possível prestar serviços para outras empresas que demandam desta necessidade.

Segue na Figura 04 a capacidade de corte do equipamento BL-3015-O Fibra Óptica 3.000W para cada material.

Figura 04 – Capacidade de corte.

<b>Materiais</b>	<b>Espessura\ [mm]</b>	<b>Veloc[m/min]</b>	<b>Potencia[W]</b>	<b>Gas</b>
<b>Aço Carbono</b>	1	20	3000	N <sub>2</sub> /Air
	2	16	3000	
<b>Aço Carbono</b>	2	4	1200	O <sub>2</sub>
	3	4	2000	
	4	3.5	2400	
	5	3.2	2400	
	6	2.7	3000	
	8	2.2	3000	
	10	1.5	3000	
	12	1	2400	
	14	0.9	2400	
	16	0.75	2400	
	18	0.65	2400	
20	0.6	2400		
<b>Inox</b>	1	30	3000	N <sub>2</sub>
	2	24		
	3	10		
	4	6.5		
	5	3.6		
	6	2.7		
	8	1.2		
<b>Alumínio</b>	1	25	3000	N <sub>2</sub>
	2	18		
	3	8		
	4	6		
	5	3.2		
	6	2		
<b>Latão e Cobre</b>	1	20	3000	N <sub>2</sub>
	2	15		
	3	6		
	4	3		
	5	2.2		

Fonte: Burtin Máquinas e Equipamento Ltda. (2022)

#### 4.1.4 AVALIAÇÃO DOS GANHOS

No que tange a ganhos quantificáveis com o projeto, destacamos três frentes, sendo elas: Terceirização, logística e prestação de serviço.

No quesito terceirização, a empresa necessitou no ano de 2022 cerca de 270 h de corte, sendo que a hora de corte custa R\$ 250,00. Isso totaliza um gasto de R\$ 67.500,00 no ano.

Gastos com logística: estima-se um gasto anual de R\$ 9.500,00 com movimentação de carga incluindo, a disponibilização de um colaborador para realizar esse percurso, gastos com combustível e manutenção do veículo.

Com a aquisição desse novo equipamento outro ganho significativo seria a possibilidade de fornecimento de serviços para terceiros. Projetada uma demanda semelhante para o ano de 2023 a empresa utilizaria aproximadamente 10% das horas disponíveis da máquina

(considerando 220 h/mensais ou 2640 h/ano). Sendo assim uma média de 22,5 h/máquina mensais e 270h/máquina por ano.

Se considerarmos que ainda restam um total de 2.370 h/máquina disponíveis, projetando que a empresa consiga uma ocupação de 40% desse tempo fornecendo serviço para outras empresas. Sendo assim podemos verificar na Tabela 01.

Tabela 01 – Projeção de Prestação de Serviço

h/maq. Disponível Ano		2370
Projeção de ocupação		40%
Tempo projetado		948 h
R\$ hora de corte	R\$	250,00
Faturamento Bruto Anual	R\$	237.000,00

Fonte: Autor (2022)

Considerando ainda, que, as despesas com manutenção, consumíveis, salário do operador e demais gastos, consumam uma total de 50% do faturamento bruto do equipamento.

Conforme a Tabela 02 conseguimos projetar o faturamento líquido anual que a aquisição do equipamento traria para a empresa.

Tabela 02 – Faturamento Anual Líquido

Faturamento Anual Bruto	R\$	237.000,00
Despesas e custos OP.		50%
Faturamento Líquido Anual	R\$	118.500,00

Fonte: Autor (2022)

Considerando todas as informações vistas acima, podemos projetar um valor de ganho total com o equipamento, este que está representado na Tabela 03.

Tabela 03 – Ganho Total

Terceirização	R\$	67.500,00
Logística	R\$	9.500,00
Prestação de serviço	R\$	118.500,00
Ganho Total	R\$	195.500,00

Fonte: Autor (2022)

## 4.2 ANÁLISE DO INVESTIMENTO

Nesta etapa, após o levantamento de todas as informações necessárias foram relacionados os dados para a realização dos cálculos da análise de viabilidade econômico-financeira do investimento.

Primeiramente foi elencado o valor do custo do investimento, os ganhos mencionados anteriormente, a taxa de TMA de 15% que representa a remuneração mínima que a empresa pretende ganhar, além do prazo de 10 anos para o fluxo de caixa. Essa relação podemos verificar na Tabela 04.

Tabela 04 – Relação de Dados do Investimento

Investimento	R\$	450.000,00
Tempo de Retorno		10 anos
TMA		15%
Ganhos Anuais	R\$	195.000,00

Fonte: Autor (2022)

Para dar início aos cálculos, foi estabelecido o fluxo de caixa dentro do período estimado como pode ser visto na Tabela 05.

Tabela 05 – Fluxo de Caixa

PERÍODO	FLUXO DE CAIXA	
0	-R\$	450.000,00
1	R\$	195.000,00
2	R\$	195.000,00
3	R\$	195.000,00
4	R\$	195.000,00
5	R\$	195.000,00
6	R\$	195.000,00
7	R\$	195.000,00
8	R\$	195.000,00
9	R\$	195.000,00
10	R\$	195.000,00

Fonte: Autor (2022)

Após a relação do fluxo de caixa, foi possível calcular o Valor Presente Líquido para o período estimado, representado na Tabela 06.

Tabela 06 - Valor Presente Líquido

PERÍODO	VP
0	-R\$ 450.000,00
1	R\$ 169.565,22
2	R\$ 147.448,02
3	R\$ 128.215,67
4	R\$ 111.491,88
5	R\$ 96.949,46
6	R\$ 84.303,88
7	R\$ 73.307,72
8	R\$ 63.745,85
9	R\$ 55.431,17
10	R\$ 48.201,02

Fonte: Autor (2022)

Por fim, foi realizado o cálculo do Valor Presente Acumulado até o final do período, representado na Tabela 07.

Tabela 07 – Valor Presente Acumulado

PERÍODO	VP acumulado
0	-R\$ 450.000,00
1	-R\$ 280.434,78
2	-R\$ 132.986,77
3	-R\$ 4.771,10
4	R\$ 106.720,78
5	R\$ 203.670,24
6	R\$ 287.974,13
7	R\$ 361.281,85
8	R\$ 425.027,69
9	R\$ 480.458,86
10	R\$ 528.659,88

Fonte: Autor (2022)

### 4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nos cálculos apresentados na análise de viabilidade foi possível efetuar os métodos de VPL, TIR, ROI, IBC, *Payback* Simples e *Payback* descontado por meio da ferramenta *Excel*. Na Tabela 08 pode ser observado o resultado final dos cálculos.

Tabela 08 - Resultados

VPL	R\$ 528.659,88
VPLa	R\$ 105.336,57
TIR	42%
ROI	1,43
IBC	0,43
<i>Payback</i> simples	2,31
<i>Payback</i> descontado	2,65

Fonte: Autor (2022)

Os resultados dos indicadores de rentabilidade mostram o VPL e VPLa, acima de zero, o que caracteriza a viabilidade do projeto e a continuidade de sua análise.

O IBC em 0,43 mostra ganhos no projeto, retornando a empresa 0,43 UM para cada 1 UM investido, já descontado o efeito da TMA.

O ROI do projeto de 1,43 mostra os ganhos do projeto.

Na sua dimensão de rentabilidade a TIR de 42% representa a melhor expectativa de ganhos do projeto.

Como indicador de risco, a TIR apresentada pela análise se mostra distante da TMA, o que garante ao projeto baixo risco.

O *payback* simples aponta o retorno do investimento em 2,31 anos, ou seja, 2 anos e 4 meses. Já o *payback* descontado, aponta um retorno do investimento em 2,65 anos, aproximadamente 2 anos e 8 meses.

#### 4.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO INVESTIMENTO

##### 4.5.1 VANTAGENS DE UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER.

Dada a premissa do estudo em analisar a viabilidade econômica da aquisição de uma nova célula de soldagem robotizada, podemos concluir com base nos dados tratados simultaneamente que o investimento se mostra viável dentro das condições apresentadas.

Além de ser viável economicamente, podemos citar vários benefícios que muitas vezes não é possível quantificar, como por exemplo a diminuição da dependência de uma empresa terceirizada, que muitas vezes deixou de cumprir os prazos de entrega dos materiais solicitados.

Podemos citar também os ganhos com a logística, com a aquisição do equipamento proposto, não será mais necessário que a empresa faça o deslocamento de chapas e peças entre

a empresa que fornece o serviço e a empresa em estudo. Assim não será necessário a alocação de um colaborador para essa função, permitindo que execute outras atividades que sejam mais vantajosas para a empresa. Podemos citar também diminuição dos gastos com manutenção do veículo e combustível.

Podemos citar também a adição de um novo processo para a empresa, onde a empresa supre uma necessidade internamente que antes era suprida por terceiros, passa de cliente a fornecedor do serviço para terceiros. Como resultado tem uma diminuição das despesas com terceiros e uma nova fonte de renda para a empresa. O que torna a empresa mais competitiva frente ao mercado.

#### 4.5.1 DESVANTAGENS DE UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER.

Como desvantagem do projeto, podemos destacar o preço elevado do equipamento, pois o valor chega próximo a meio milhão de reais. Além do mais, é necessário ter profissionais treinados para manusear o equipamento como programadores e operadores. Pois como é o caso deste projeto, onde a operação é semiautomática, a máquina precisa de um operador para abastecer as chapas no equipamento, bem como programar os planos de corte e fazer o setup do dispositivo.

Portanto, será necessário investir tempo e dinheiro na capacitação técnica dos operadores e programadores, além de capacitar técnicos de manutenção para a realização de preventivas e eventuais problemas.

Aumento das despesas com insumos, pois o equipamento necessita de gás para auxiliar o corte, um aumento significativo no consumo de luz e componentes que necessitam a troca após determinadas horas de uso, como, o espelho e o bico de corte que deve ser trocado a cada 300/400h de uso, e o anel cerâmico que tem vida útil de 8000/1000h.

## 5 CONCLUSÃO

É importante sempre se manter competitivo nesse mercado tão acirrado, para isso é imprescindível que se invista em tecnologia. Com esse pensamento os gestores da empresa em estudo decidiram por realizar um investimento na compra de uma máquina de corte laser. Para uma empresa de pequeno porte, realizar um investimento de tal proporção sem uma análise prévia pode acarretar em um prejuízo futuro a longo prazo. Visando maior segurança para a empresa surgiu a necessidade do estudo de viabilidade da aquisição da máquina de corte a laser.

Para realizar a análise da viabilidade econômico-financeira projetam-se alguns resultados, os quais são determinantes para a realização do investimento. Com elas, consegue-se saber as projeções de lucro, viabilidade operacional, remuneração de capital e tempo de retorno. Foi necessário realizar a revisão bibliográfica do tema proposto, levantando os métodos mais eficazes para análises de investimentos, aplicando-os e observando os resultados obtidos que foram satisfatórios.

Tais resultados apontam que o projeto de investimento é viável e atinge a expectativa da empresa. As técnicas de análise da viabilidade mostram que o projeto apresenta um valor presente líquido de R\$ 528.659,88, taxa interna de retorno de 42% e *payback* simples de 2,31 anos. Conclui-se que por meio da análise de viabilidade econômica fica mais seguro realizar um investimento planejando. Pois, quando um gestor decide investir sem que haja um estudo prévio, não terá noção se o investimento tem viabilidade aceitável sem prejudicar a estabilidade da empresa.

## **BIBLIOGRAFIA**

ANGELO, Cláudio F. **Finanças no Varejo: gestão operacional: exercícios práticos com respostas/PROVAR**. Coord. José Augusto Giesbrecht da Silveira, 2. ed. São Paulo: Atlas. 2000

BAUER, U. R.; KUHNEN, O. L. **Matemática financeira aplicada e análise de investimentos**. 3ª. ed. Atlas S.A, São Paulo, 2001.

BROM, L. G.; BALIAN, J. E. A. **Análise de investimentos e capital de giro: conceitos e aplicações**. Saraiva. São Paulo: 2007.

**Burtin Máquinas e Equipamento Ltda**. Proposta OSP REV2 nº: 54121381948. São Paulo, 23 de setembro de 2022

CAMLOFFSKI, R. **Análise de investimentos e viabilidade financeira das empresas**. São Paulo: Atlas S.A. 2014.

CASAROTTO FILHO, N. KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial**. 9ª. ed. Atlas S.A. São Paulo. 2000.

CASAROTTO. Nelson F, KOPITTKE .Bruno H. **Análise de Investimentos**. 10ª ed. Atlas, São Paulo; 2008.

CERVO, A.; BERVIAN, P. A.; DA SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6ª ed. São Paulo: Pearson, 2006.

CLEMENTE, A.; SOUZA, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6ª. ed. Atlas S.A. São Paulo. 2008.

ESTEVES, Joel Philippe. **Máquina CNC para corte laser de perfis metálicos: Sistema de atuação dos eixos de manipulação dos perfis**. 2017.

GERCK, Edgardo; LIMA, Jorge L. **O Corte a Laser: da teoria à máquina**. 1997.

GUETHI. Breno. **Estudo de cortadoras a laser open source e seus problemas mais comuns** - Vol. 2, no 1. 2017.

HOJI, M. **Administração financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial**. 8ª Edição. São Paulo: Atlas, 2010.

KASSAI, José R. Entre a TIR e ROI: uma abordagem matemática e contábil do retorno do investimento. **Caderno de Estudos**. 1996. p. 1-29

LAZARE, Everton. **Análise de viabilidade econômica de um novo equipamento: um estudo de caso para indústria moveleira**. 2014.

LEIDENS, Carla E. et al. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA ENTRE AQUISIÇÃO DE MÁQUINA OU TERCEIRIZAÇÃO: estudo de caso em uma indústria de confecções. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, n. 1, v. 15, 2017. p. 437-453,

LIZOTE, Suzete A. et al. Análise de investimentos: um estudo aplicado em uma empresa do ramo alimentício. **Artigo Científico, XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro**, 2014.

LIZOTE, Suzete Antonieta et al. Análise de investimentos: um estudo aplicado em uma empresa do ramo alimentício. **Artigo Científico, XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro**, 2014.

MEGLIORINI, E.; VALLIM, M. A. **Administração financeira: uma abordagem brasileira**. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2009.

NECKEL. Anderson, NASCIMENTO, Cristiane S. **Ambiente de Inovatividade: Estudo Exploratório em Pequenas Empresas do Setor Metal Mecânico na Região Norte do Estado do Rio Grande do Sul**. 2014

PEREIRA, Adriana Soares et al. **Metodologia da pesquisa científica**. 2018.

RICO, D. F. **ROI of Software Process Improvement: Metrics for Project Managers and Software Engineers**. Florida: J. Ross Publishing, 2004. 240

ROCHA, J. S. SELIG, P. M. O Uso de Indicadores de Desempenho como Base para Remuneração Variável nas Empresas e suas Influências nos Custos. **In: VIII Congresso Brasileiro de Custos - A Controladoria no Novo Contexto Organizacional. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Custos**. v. 01. São Leopoldo. 2001.

SAMANEZ, C. P. **Matemática financeira: aplicações à análise de investimentos**. 4º. ed. Pearson Prentice Hall. São Paulo: 2007.

SANTOS, Susana Fernandes. O Risco na Análise de Investimentos. **Dissertação (Mestrado em Finanças)**. Departamento de Ciências Económicas e Empresariais. Universidade Portucalense. Porto. 2012.

SOUZA, A. B. D. **Projetos de investimentos de capital: elaboração, análise e tomada de decisão**. Atlas S.A São Paulo: 2003.

SOUZA, A. CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações**. 6 ed. 186 p. São Paulo: 2009

SVIECH, Vinicius; MANTOVAN, Edson Ademir. Análise de investimentos: controvérsias na utilização da TIR e VPL na comparação de projetos. **Percorso**, v. 1, n. 13, p. 270-298, 2013.

YIN, R. K. O Estudo de caso. Porto Alegre: Bookman, 2015.