



## **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE TORNO CNC EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

Leonardo Venâncio de Souza Castro e Valter Paulo Bobato, professora orientadora  
Janaina Semanech Borcezi

### **RESUMO**

Atualmente, a demanda por eficiência nos processos de produção e fabricação mecânica tem sido muito exigida. Nesse contexto, para que uma empresa se torne mais competitiva no mercado, o uso de tecnologias avançadas é essencial. Com isso, o presente trabalho visa analisar a viabilidade econômica da implementação de um torno CNC em uma empresa de pequeno porte e, posteriormente, apresentar um resultado desta análise. Serão utilizados os métodos VPL, TMA, TIR e Payback simples e descontado para averiguar se esta implementação é economicamente viável ou não. Os dados utilizados para a validação desses métodos serão obtidos diretamente com uma empresa fornecedora de máquina-ferramenta, nesse caso, um torno com controle numérico computadorizado (CNC). E também, através de uma visita técnica a uma empresa prestadora de serviços de usinagem e fabricações mecânicas de pequeno porte, para que se possa obter dados reais de uma empresa do ramo, desse modo, tendo um melhor embasamento da situação do mercado na região em que se realizará o trabalho.

**Palavras-chave:** Fabricação Mecânica. Tecnologia. Viabilidade

### **FEASIBILITY ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF CNC LATHE IN SMALL-SCALE COMPANY**

### **ABSTRACT**

Currently, the demand for efficiency in production and mechanical manufacturing processes has become very high. In this context, for a company to become more competitive in the market, the use of advanced technologies is essential. Therefore, this work aims to analyze the economic feasibility of implementing a CNC lathe in a small business and subsequently present the results



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

of this analysis. The methods NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), simple and discounted Payback will be used to determine whether this implementation is economically viable or not. The data used to validate these methods will be obtained directly from a machine tool supplier, in this case, a computer numerical control (CNC) lathe. Additionally, a technical visit to a small machining and mechanical manufacturing service provider will be conducted to obtain real data from a company in the field, thereby providing a better understanding of the market situation in the region where the work will be carried out.

**Keywords:** Mechanical Fabrication. Technology. Feasibility.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria tem evoluído de forma bastante significativa, chegando a um nível em que se consegue oferecer uma produtividade maior, tanto em serviços como em produtos. Contudo, as constantes inovações que surgem nesta área trazem consigo a necessidade de manutenção dos equipamentos e máquinas de modo mais amplo devido ao aumento constante da produção. (ROSA e REIS, 2015)

Desta forma, as indústrias com grande capacidade produtiva na área de fabricação demandam de uma alta manutenção de máquinas e equipamentos, porém, grande parte destas empresas não têm infraestrutura suficiente para atender a demanda de manutenção. Como consequência disso, é comum ver grandes fábricas terceirizarem esses serviços para empresas de fabricação e manutenção industrial de pequeno e médio porte, com o objetivo de atender a tais demandas. (SOARES E ROCHA, 2009)

Entretanto, ao se realizar a manutenção, tanto corretiva como preventiva, por diversas vezes, tem-se a necessidade de trocar eixos ou peças e, por vezes, essas peças fabricadas pelo processo de usinagem nem sempre estão disponíveis em estoque, sendo, desta forma, necessário terceirizar tais serviços de usinagem. (ROSA e REIS, 2015)

No ramo da mecânica, o processo que utiliza a retirada de material para modificação e fabricação de peças é conhecido como usinagem, processo este que inclui: torneamento, fresamento e retificação. Assim, este trabalho fornece informações sobre o processo de torneamento mecânico, que Ferraresi definiu em seu livro "Fundamentals of Materials Processing" (1977) como "um processo de usinagem que visa obter uma superfície de rotação por meio de uma ou mais ferramentas".



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Com base no autor acima, compreende-se o processo de torneamento como o processo industrial em que a peça a ser fabricada é presa pelas “castanhas do torno” em sua placa de fixação, placa esta que, por sua vez, está presa no eixo chamado de “árvore do torno”. Este eixo, no momento em que a máquina é ligada, rotaciona em torno de si e, ao entrar em contato com a ferramenta, realiza o processo de corte, denominado “usinagem da peça”.

Algumas empresas de fabricação e manutenção industrial não têm em sua unidade fabril um torno universal para a realização dos trabalhos solicitados. Neste caso, estas empresas necessitam terceirizar este tipo de serviço. Todavia, com a terceirização deste tipo de serviço, há alguns fatores que devem ser levados em consideração em relação aos gastos, o frete é um deles, pois, neste caso, é necessário levar o material a uma empresa terceirizada e, após a finalização da peça, há a necessidade de que a peça pronta retorne para a empresa primeira, situação esta que ocasiona gastos com a matéria-prima e, posteriormente com a peça finalizada. (MAMEDE e RESENDE, 2021)

O tempo de fabricação e entrega das peças finalizadas é outro problema enfrentado por empresas que não possuem um torno universal em sua linha produtiva, pois, nesse processo, há muitas variáveis, como a disponibilidade de tempo da empresa terceirizada, transporte da matéria-prima bem como da peça pronta, orçamentos, etc. Outro ponto a ser considerado é a disposição de materiais, já que nem sempre se tem em estoque na própria empresa, acarretando assim na compra de matéria-prima e, posteriormente, a entrega desta na empresa terceira, o que acaba afetando diretamente no tempo de produção. (SILVA e FILHO, 2022)

De modo contrário, as empresas que possuem torno em sua unidade fabril, em geral, não têm problemas de atraso na fabricação terceirizada. Contudo alguns destes atrasos se mantêm. A exemplo, os problemas de atrasos enfrentados por estas empresas são referentes ao fato de uma das empresas possuir fabricação interna e a outra fabricação terceirizada. (MAMEDE e RESENDE, 2021)

Quando a manufatura destas peças é interna em uma empresa, deve-se levar em conta disponibilidade de matéria-prima, de consumíveis, além do fator humano envolvido, fatores esses que podem gerar diversos desperdícios e atrasos. Por exemplo: peças com defeitos de fabricação ou avarias advindas de descuidos do colaborador, o que pode resultar na “peça



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

morta”, ou seja, uma peça que não pode ser utilizada para a finalidade a que foi produzida, pois houve um erro de fabricação.

Tais problemas podem gerar prejuízos para a empresa, uma vez que as peças danificadas podem ser grandes e/ou também feitas de um material com alto valor agregado, e, quando identificada a necessidade de substituição da referida peça, há possível ocorrência de atraso em todo o processo produtivo da fábrica, até que haja a substituição da peça em questão. (FERES 2010).

No entanto, uma solução adotada por grandes companhias seria a implementação de tornos com Controle Numérico Computadorizado (CNC), o qual consiste em uma tecnologia caracterizada por controlar máquinas e equipamentos por meio de interfaces computadorizadas que trazem benefícios significativos para o setor de usinagem. (MAMEDE e RESENDE, 2021)

A utilização correta do torno CNC é significativamente superior aos tornos convencionais em diversos aspectos, dentre eles: a programação fornecida por softwares, permite uma redução drástica da intervenção humana na operação, o que por sua vez, não somente aumenta a eficiência da produção como também minimiza os erros e aprimora a precisão das peças fabricadas. (SILVA e FILHO, 2022)

Além disso, possibilita a fabricação de peças complexas de forma rápida, precisa e com uma maior segurança ao operador, o que pode caracterizar a aplicação da Norma Regulamentara 12 – Máquinas e Equipamentos:

A Norma Regulamentadora número 12 (NR 12), criada em 8 de junho de 1978 pelo Ministério de Trabalho, tem como objetivo garantir que máquinas e equipamentos sejam seguros para o uso do trabalhador. É considerada a norma mais importante no sentido de regulamentação de segurança e qualidade do trabalho no Brasil. Assim sendo, é fundamental que todas as máquinas de risco sejam adequadas à NR12, para evitar riscos aos trabalhadores e multas por não cumprimento da norma que podem atingir 50 vezes o valor da máquina. (ABNT, NR12)

Sua capacidade de realizar operações multieixos de forma simultânea, agrega ao processo uma precisão maior em todas as peças fabricadas. A capacidade de programação dos tornos CNC proporciona uma produção de peças complexas de maneira mais eficiente, com maior velocidade e melhor acabamento em relação a sua versão convencional, na qual depende, exclusivamente, do operador. Tal flexibilidade de manufatura é fundamental em



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

ambientes industriais onde a demanda por peças personalizadas é alta. (SILVA e FILHO, 2022)

O presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica da implementação de um torno CNC em uma empresa de pequeno porte, através de indicadores financeiros e dados coletados durante o processo. Também, objetiva-se verificar se a demanda de peças para a fabricação é suficiente para que essa implementação seja viável e, busca-se ainda averiguar se o tempo de retorno do investimento se enquadra no planejamento.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Para o presente trabalho foi proposto um estudo de viabilidade econômica da implementação de um torno CNC em uma empresa de pequeno porte, levando-se em consideração variáveis do processo, custos envolvidos, análise de infraestrutura e investigação de *Payback*.

### 2.1 THORMAX USINAGEM

A Thormax usinagem e manutenção mecânica Ltda, está localizada em Jaguariaíva (Figura 1), ocupa uma área total de 6.000m<sup>2</sup> e 1.000m<sup>2</sup> de área construída, onde estão concentrados os setores de administração, usinagem, caldeiraria, solda, montagem, jateamento e pintura industrial.

Figura 1: Localização





### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Fonte: Google Maps 2024

A empresa conta com uma linha de produção composta por quatro tornos convencionais em operação, dos quais três são da marca ROMI (Tormax 30B, Tormax 35B e E45B) e um da marca NARDINI (ND 325A). O processo produtivo possui valor em maquinário e acessórios de aproximadamente R\$200.000,00 (Duzentos mil reais).

O ramo de atuação da Thormax está relacionado aos processos de fabricação através de usinagem. Esta atua na área de manutenção industrial, bem como fabricação de equipamentos, manutenção e montagens industriais, locação de Munck e mão de obra terceirizada. Atende a região denominada Campos Gerais, no estado do Paraná, assim como em outros estados, tais como Minas Gerais e São Paulo. Conta com 15 colaboradores em quadro fixo, distribuídos entre oficina, setor de usinagem e escritório. Há ainda 73 colaboradores contratados como intermitentes geralmente nos mesmos setores.

## 2.2 METODOLOGIA

O método de levantamento de dados do presente trabalho foi mediante ao fornecimento de informações pela empresa Thormax. Já para os dados referentes aos modelos de torno CNC disponíveis no mercado, foi realizada pesquisa junto ao fabricante da marca utilizada pela empresa alvo da pesquisa, sendo esta ROMI e, para as informações relacionadas aos métodos de fabricação e valores referentes ao torno CNC, foi realizada uma entrevista e visita técnica numa empresa de fabricação e usinagem CNC.

## 2.3 MÉTODOS DETERMINÍSTICOS DA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

No que diz respeito aos métodos da análise de investimentos, necessitou-se de algumas ferramentas de análise de viabilidade de projeto, sendo estas: o Valor Presente Líquido (VPL), considerando a Taxa Mínima de Atratividade – TMA, a Taxa Interna de Retorno – TIR e os prazos de retorno do investimento – *Payback* simples e descontado, conforme descrito nos tópicos 2.3.1, a 2.3.4.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

#### 2.3.1 Valor Presente Líquido (VPL)

Este método tem como função trazer para o valor presente o fluxo de caixa futuro, ou seja, os pagamentos gerados pelo projeto, subtraindo o investimento inicial. Para aplicar tal método, é necessário utilizar uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) a qual se caracteriza pela taxa de juros usada para descontar os pagamentos. Um projeto é economicamente viável quando o seu Valor Presente Líquido (VPL) for maior que zero. Quanto maior for esse valor, maior será a chance de aprovação do projeto. (ASSAF NETO, 2020).

Equação para realizar o cálculo de VPL (Eq. 1)

$$VPL = \sum_{n=1}^i \frac{FC_n}{(1-i)^n} - FC_0 \dots\dots\dots(1)$$

VPL: Valor Presente Líquido

FC0: Investimento Inicial do Projeto

i: Taxa de desconto

n: Período

FCn: Fluxo de Caixa no período n

#### 2.3.2 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Esta taxa refere-se ao valor mínimo de juros que o investidor considera aceitável obter sobre os investimentos realizados. Para que um rendimento seja considerado atrativo, ele deve ser igual à taxa de juros escolhida (KOPITTKKE, 2019). A TMA utilizada para os cálculos deste projeto será a taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC), que corresponde à taxa básica de juros da economia (DAMODARAN, 2008). A Taxa Selic atual é 10,5% ao ano (Banco Central, 2024).



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

#### 2.3.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Esta diz respeito ao percentual de retorno que o projeto proporcionará por meio do cálculo de projeção de caixa, considerando um VPL (Valor Presente Líquido) zero, isto é, as entradas e saídas do fluxo de caixa serão equilibradas de acordo com a projeção do fluxo de caixa (ASSAF NETO, 2020). Para que a taxa de retorno indique viabilidade e permita a continuidade do estudo do projeto, ela deve ser superior à taxa mínima de atratividade.

Equação para realizar o cálculo de TIR (Eq.2)

$$FC_0 = \sum_{n=1}^t \frac{FC_n}{(1-i)^n} \dots\dots\dots(2)$$

#### 2.3.4 Prazo de retorno de investimento (*Payback*)

Este método é utilizado para calcular o tempo, desde o investimento inicial, até o momento em que o projeto começar a gerar um retorno. Tal fórmula permite identificar o risco do investimento através de uma análise do fluxo de caixa futuro. Quanto maior o período necessário para o retorno completo do capital investido, maior o risco de perdas ao longo do projeto. No entanto, ela oferece ao investidor uma base segura para uma tomada de decisão informada. (ASSAF NETO, 2020)

Existem duas maneiras de calcular o *Payback*: o simples e o descontado. No *Payback* simples, utiliza-se apenas as parcelas de retorno, descontando integralmente do investimento inicial. Já no *Payback* descontado, o retorno é trazido a valor presente antes de ser descontado do investimento inicial. O *Payback* do projeto se completa na parcela em que o capital investido é superado pelo retorno financeiro. (DAMODARAN, 2008)

#### 2.4 MODO DE OPERAÇÃO DA EMPRESA

A empresa Thormax se encontra na região dos Campos Gerais, no Paraná, desta



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

forma, sua maior demanda de serviços de usinagem é direcionada às fábricas de celulose e papel. E, de acordo com os dados fornecidos pela empresa, as fábricas com maior demanda são: Klabin, BO Paper, Arauco, Pisa e Sengés Papel e Celulose. Sendo assim, os serviços com solicitações mais frequentes são de fabricação de eixos, buchas, pinos, mancais, bem como serviços de recuperação de peças quebradas, preenchimento à solda de eixos, entre outros.

A estratégia adotada pela empresa Thormax para realizar os orçamentos para seus clientes é de cobrar tanto o valor da mão de obra como o valor da matéria-prima. Para o cálculo dos custos relacionados à matéria-prima soma-se o valor do material mais os valores referentes ao transporte até a unidade da empresa. Já nos valores correspondentes à mão de obra, somam-se os custos de operação e os custos relacionados aos colaboradores.

Com o objetivo de facilitar a realização dos orçamentos, a empresa adotou uma constante para efetuar o cálculo do custo da mão de obra em hora/máquina (H/M). A constante adotada é calculada a partir dos custos de operação mensal de um torno no período de um mês e dividida de acordo com a quantidade de horas do funcionamento deste, resultando-se desta forma, no valor do custo de operação durante um período de uma hora de funcionamento.

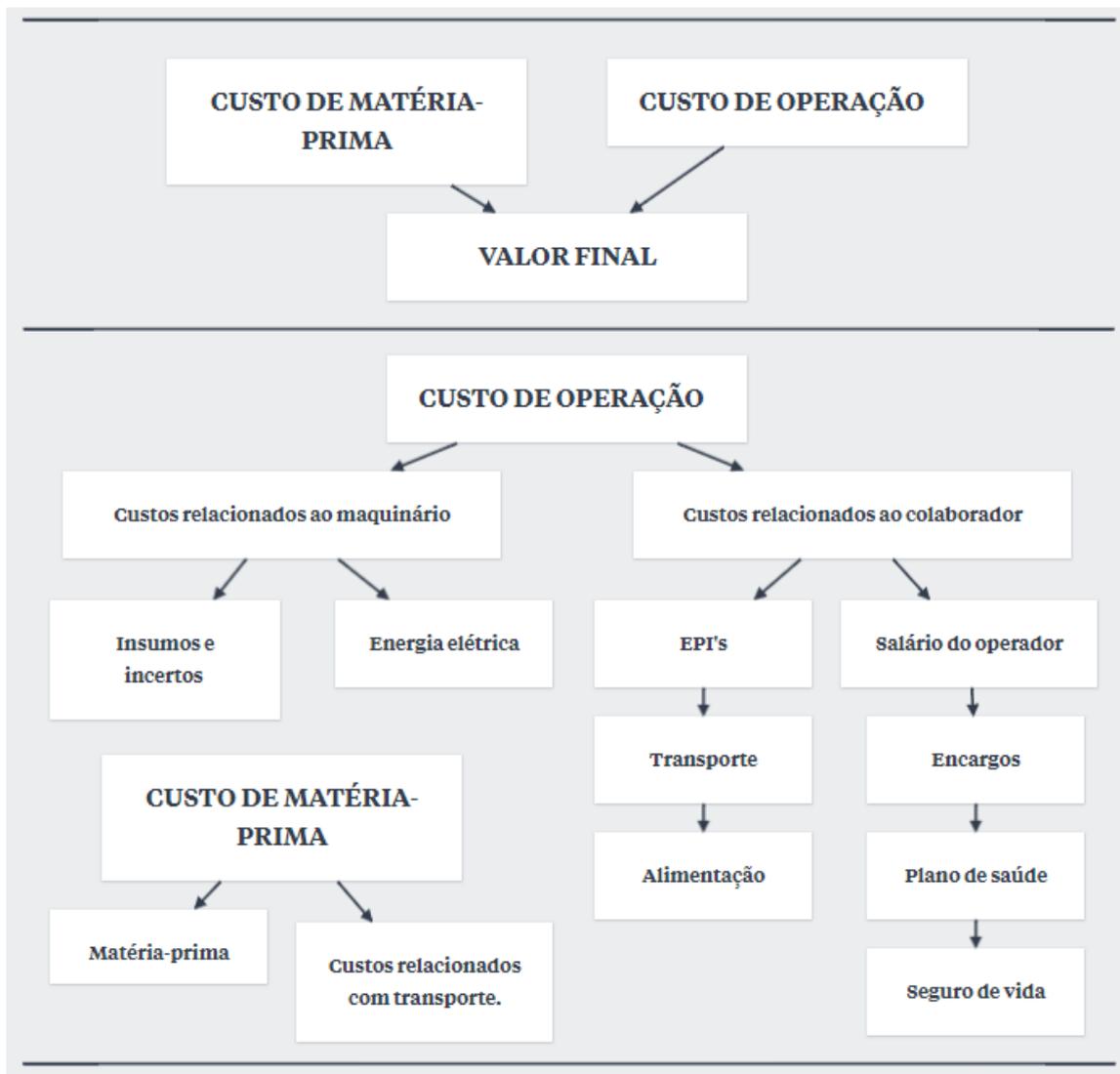
Quando é realizado o orçamento de um pedido, faz-se também uma estimativa do tempo em horas que se levará à realização da produção solicitada. Com isso, ao utilizar um valor fixo de H/M, a realização do orçamento ocorre de forma rápida e com baixa chance de prejuízos, levando-se em conta que, no valor de H/M, é acrescentado um valor extra para garantir que a empresa não terá prejuízo.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

O fluxograma 1 apresenta os custos de matéria-prima e custos de operação.

Fluxograma 1: Fluxo dos custos.



Fonte: O autor

A tabela 1 contém os valores de operação mensal apresentados pelos quatro tornos convencionais da empresa Thormax de acordo com custos relatados no fluxograma 1.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Tabela 1: Custos de operação

	Torno Individual	Tornos Total
Salário dos Operadores	R\$6.042,50	R\$2.4170,00
Encargos. (12% do salário do operador)	R\$ 720,00	R\$ 2.880,00
Energia elétrica.	R\$ 986,26	R\$ 3.945,04
Transporte.	R\$ 255,20	R\$ 1.020,80
Alimentação.	R\$ 354,00	R\$ 1.416,00
EPI's.	R\$ 165,00	R\$ 660,00
Seguro de vida.	R\$ 82,50	R\$ 330,00
Plano de saúde.	R\$ 375,00	R\$ 1.500,00
Insumos, incertos e Gastos com ferramentas.	R\$ 687,00	R\$ 2.748,00
<b>Totais</b>	<b>R\$ 9.667,46</b>	<b>R\$ 38.669,84</b>

Fonte: O Autor

Mediante os dados informados na tabela 1, pode-se verificar o custo de operação mensal de um torno convencional da empresa Thormax e, com isso, mensurar o valor da hora/máquina que será cobrado. Através desses valores, a empresa realiza os orçamentos das peças fabricadas, logo, deve-se atentar ao período no qual eles foram coletados, pois o mercado nacional apresenta variações constantes, como, por exemplo, uma alteração nos encargos que pode impactar diretamente no valor final da peça.

Tem-se como exemplo o pedido de 88 eixos que foi solicitado pelo cliente Klabin-Monte Alegre, PR. Neste, foi realizada uma estimativa a qual concluiu que, para a fabricação de cada um dos eixos, leva uma média de 8,8 horas de trabalho de um torno



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

universal e, por conta da grande quantidade de eixos solicitados, é necessário que os quatro tornos presentes na empresa trabalhem para atender esta demanda. Em análise no mês, tem-se 193,6 horas trabalhadas para cada torno, realizando a conversão de horas para dias, obtêm-se 22 dias úteis de trabalho no mês para cada torno.

Conforme dados coletados, o custo de operação por hora/máquina utilizado pela empresa é de R\$ 80,00 (Oitenta reais). Por conseguinte, ao se multiplicar o valor da hora/máquina pela quantidade de horas trabalhadas em cada torno individual, obtêm-se um valor de R\$ 15.488,00 (Quinze mil quatrocentos e oitenta e oito reais) e um total de R\$ 61.952,00 (Sessenta e um mil novecentos e cinquenta e dois reais) para os quatro tornos em uma fabricação mensal.

Portanto, resulta-se como estimativa um total de R\$ 704,00 (Setecentos e quatro reais) de mão de obra por peça, sendo agregado a este valor, posteriormente, o valor da matéria-prima, frete, tratamentos térmicos, assim como outros tipos de acabamentos e processos que podem vir a ser aplicados na peça em questão.

#### 2.5 MODELO A SER IMPLEMENTADO

Como a empresa já utiliza a marca ROMI, pautando-se em premissas, tais como confiabilidade, serviço pós-venda, excelente qualidade de acabamento e fácil manutenção, foi levado em consideração o manutenção da marca ROMI para a implementação do novo torno. Conforme análise do *layout* e da infraestrutura da empresa, a troca mais adequada seria a do torno Tormax 30B pelo torno CNC, no qual se aproveitaria o mesmo espaço.

Para obter dados precisos e confiáveis, esta pesquisa prevê o estabelecimento de contato com a fabricante de Máquinas-Ferramenta ROMI. Este envolvimento com a empresa permitirá uma análise dos fatores que influenciam nas decisões de investimento dos clientes, tais como valores, tempo de fabricação, requisitos mínimos para infraestrutura, tempo de entrega e preço de manutenção.

Além disso, outras informações relevantes devem ser determinadas, como uma média de valores acessíveis, o período máximo para o *Payback* (retorno do investimento) que, para o presente trabalho, foi estipulado em um prazo de cinco anos para que o equipamento se pague,



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

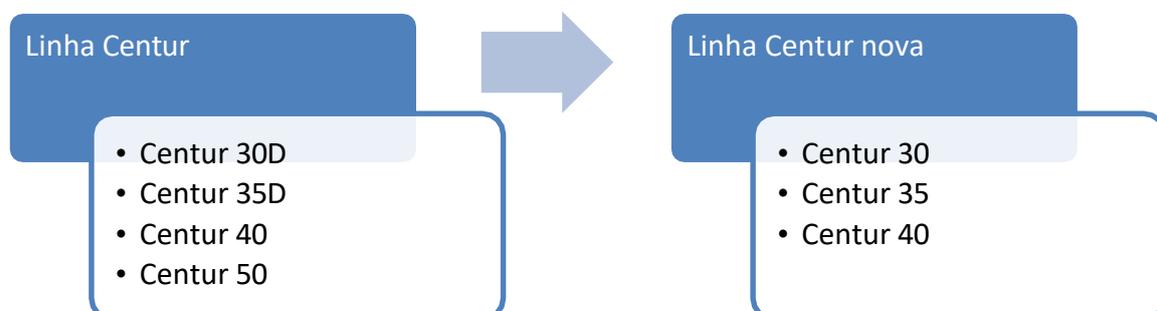
ou seja, que o investimento feito a priori seja ressarcido em sua totalidade. Ainda, será feita a verificação de requisitos mínimos para que a infraestrutura suporte os novos equipamentos, serão identificadas as expectativas e necessidades das empresas em relação a novas implementações e observar-se-á se as empresas estariam mais propensas a treinar funcionários já contratados ou se há a possibilidade e/ou a intenção com vistas à contratação de novos funcionários.

A marca supracitada oferece duas linhas de produtos, porém de gerações diferentes, uma delas é a Linha Centur e a outra, a Linha Centur - Nova Geração. A Linha Centur conta com quatro modelos de tornos, enquanto a Linha Centur - Nova Geração, conta com três modelos de torno CNC. (ROMI S.A., 2024)

“Os Tornos CNC da Linha Centur – Nova Geração oferecem grande versatilidade para usinagem de diferentes tipos de peças, com ótimos níveis de potência, rapidez de movimentos e precisão de usinagem. Com estrutura robusta, de alta rigidez e alta estabilidade, proporciona excelente desempenho nas mais variadas condições de usinagem. Possuem barramento de estrutura robusta, apoiado em colunas de ferro fundido, com nervuramentos internos, para absorção de vibrações durante as mais variadas condições de usinagem. As guias planas e prismáticas, temperadas por indução e retificadas, asseguram alta durabilidade, e constituem um sistema autoajustável, garantindo contato permanente da mesa sobre o barramento.” (ROMI S.A., 2024)

O fluxograma 2 apresenta os modelos dos tornos CNC da ROMI disponíveis para compra atualmente. Através destes modelos, será definido um para estudo de acordo com as demandas da empresa.

Fluxograma 2: Modelos de tornos



Fonte: O Autor



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

A figura 2 apresenta o torno ROMI Centur 30, da Linha Centur - Nova Geração, sendo este o menor modelo dentre os três dessa linha de equipamentos.

Figura 2: Centur 30



Fonte: ROMI S.A.

A tabela 2 demonstra algumas especificações do cabeçote, a potência do motor principal e o seu sistema operacional (interface homem máquina).

Tabela 2: Centur 30

<b>ROMI CENTUR 30</b>	
Cabeçote	A2-5' – 4000 rpm A2-6' – 3000rpm
Motor principal	12,5CV / 9KW
CNC	CNC Siemens Sinumerik 828D
Dimensões (altura, largura e comprimento)	1736 X 2632 X 2907

Fonte: O Autor



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

A figura 3 demonstra o modelo ROMI Centur 35, o qual se caracteriza pelo modelo intermediário dessa linha e é também o modelo em vista para a implementação.

Figura 3: ROMI Centur 35



Fonte: ROMI S.A.

Através da tabela 3, é possível observar que as dimensões e as especificações do modelo Centur 35 são as mais adequadas à implementação, tendo em vista que atende à demanda de trabalho e ao *layout* disponível.

Tabela 3: Centur 35

<b>ROMI CENTUR 35</b>	
Cabeçote	A2-6' – 3000 rpm A2-8' – 2200rpm
Motor principal	15CV / 11KW
CNC	CNC Siemens Sinumerik 828D
Dimensões (altura, largura e comprimento)	1736 X 2880 X 3654

Fonte: O Autor

O último equipamento dessa linha da Nova Geração de tornos ROMI é o modelo



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Centur 40, figura (4), que se caracteriza pelo maior exemplar da referida linha, por conseguinte, o maior consumidor de energia e também o que necessita de um *layout* maior.

Figura 4: Centur 40



Fonte: ROMI S.A.

A tabela 4 mostra as especificações do último modelo da linha, o Centur 40.

Tabela 4: Centur 40

<b>ROMI CENTUR 40</b>	
Cabeçote	A2-8' – 1800 rpm
Motor principal	24.7CV / 18.2KW
CNC	CNC Siemens Sinumerik 828D
Dimensões (altura, largura e comprimento)	1736 X 2205 X 4833

Fonte: O Autor

Nota-se que o torno Centur 40, em relação à sua força e consumo operacional, possui praticamente duas vezes o consumo do torno Centur 30, o qual, apesar de trazer vantagens como uma maior capacidade de operação e com peças significativamente maiores, tem um consumo muito grande de energia, além de ocupar um espaço maior. (ROMI S.A., 2024)



## III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Outra vantagem apresentada pelo Centur 35 é a sua operação, uma vez que o mesmo conta com uma interface intuitiva, isto é, um grande benefício para a empresa, pois permite ao operador ter diferentes níveis de experiência, além de apresentar uma curva de aprendizagem menor em comparação a equipamentos com grande complexidade de operação. (ROMI S.A., 2024)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos desafios do setor empresarial está em compreender se a implementação de novos equipamentos será realmente viável e lucrativa, para tanto a empresa Thormax entende que o torno CNC é um equipamento que pode produzir mais em menos tempo, todavia avaliar se, de fato, esse investimento irá trazer retorno, envolve uma larga análise.

O estudo via *Payback* possibilita calcular o tempo necessário para que o projeto gere um retorno financeiro que supere o investimento inicial e ofereça ao investidor informações seguras para uma tomada de decisão

Na indústria de fabricação, os tornos CNC são utilizados para fabricar peças em série, que, por sua vez, garantem a efetividade, porém no meio em que o estudo foi realizado, tais tornos podem ser muito eficientes e rapidamente se pagarem, como também, podem não ter uma alta demanda de trabalho e, desse modo, levar muito tempo para ressarcir seu investimento. Tendo em vista que as empresas de manutenção produzem, em sua maioria, lotes pequenos de peças, muitas vezes há a necessidade de se fabricar apenas uma unidade. (SILVA e FILHO, 2022)

A empresa Thormax não conta com operadores treinados para manusear um equipamento CNC, sendo assim, esta tem a necessidade de treinar seus operadores ou contratar operadores já capacitados para tal.

Neste sentido, um colaborador que já opera nas capacidades da unidade fabril possui familiaridade com a empresa e com seus equipamentos, todavia por necessitar de treinamento específico para que o operador esteja apto a operar o equipamento CNC, isto demandará tempo, tanto para a empresa durante seu treinamento quanto para o próprio operador que, ao



## III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

invés de estar realizando sua função, deverá aprimorar-se para trabalhar com o equipamento mais avançado.

### 3.1 VISITA TÉCNICA

Realizou-se uma visita técnica em uma empresa do ramo da tornearia na região dos Campos Gerais, PR, que conta com um equipamento CNC em sua linha de produção, sendo assim, foi possível obter dados mais coerentes com a realidade atual. Para isso, foi elaborado um questionário focado, especificamente, para sanar as dúvidas relacionadas ao processo de torneamento por Controle Numérico Computadorizado (CNC).

Dentre as perguntas realizadas no questionário, as mais significativas foram às relacionadas diretamente ao torno CNC e sobre o seu funcionamento. Em relação a pergunta sobre o modo de funcionamento do torno, a resposta obtida se enquadra na análise prévia descrita sobre o equipamento, resposta esta que expõe que o referido torno não tem grande efetividade produtiva torneando peças que não seguem um padrão, ou que sejam maiores do que a sua capacidade. No entanto, quando há um grande pedido de peças idênticas, este instrumento é capaz de mostrar a sua elevada capacidade produtiva.

Para realizar o torneamento de um lote de peças iguais, a empresa em questão usa a primeira peça fabricada como peça de “sacrifício”, ou seja, realiza o dimensionamento da peça no torno CNC com dimensões um pouco maiores do que a peça final e, após isso, realiza as medições da peça fabricada. Somente a partir deste experimento, adéqua todas as medidas manualmente através de lixas. Na sequência, são feitos os ajustes na programação de acordo com as medidas apresentadas na peça de sacrifício, e a partir daí faz-se a confecção do restante do lote, já com as medidas adequadas, considerando as tolerâncias.

Deste modo, se a demanda for de mil peças, por exemplo, só há a necessidade de conferir as medidas a cada dez peças, pois a programação é tão precisa que consegue fabricar toda esta quantidade de peças sem que haja alterações nas medidas.

A figura 5 demonstra a realização de alguns eixos que estavam sendo fabricados no dia da visita. Nesta, nota-se que são todos iguais, o que proporciona um melhor desempenho do torno CNC.

Figura 5: Eixos fabricados



Fonte: O Autor

Outra vantagem significativa do torno CNC para a fabricação em série é o tempo gasto para confeccionar as peças. Os eixos mostrados na figura acima foram fabricados durante a visita e levaram aproximadamente dois minutos, cada um, para ser confeccionados. Essa é uma das principais vantagens em relação aos tornos convencionais, pois nestes últimos, levar-se-ia cerca de trinta minutos para a fabricação e com a possibilidade de não serem totalmente iguais, visto que é necessária vasta experiência do operador para realizar tal operação, a fim de que não haja nenhuma diferença de medidas.

Em relação ao desperdício de matéria-prima, o torno CNC possui um controle melhor com o que está sendo gasto, pois já se tem previamente uma noção da quantidade de material que será utilizada.

O quesito acima citado remete a um questionamento já realizado neste trabalho, que é em relação a mão de obra, que, por vezes, há a incidência de um operador de torno convencional acabar desperdiçando matéria-prima por erros de medidas, por exemplo.

O modelo de torno utilizado pela empresa visitada é bastante semelhante ao torno requerido para a implementação, uma vez que na empresa eles utilizam o Centur 30D e para a implementação na Thormax usinagem visa-se o Centur 35. Não há muitas diferenças entre os



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

dois modelos, a principal delas é a capacidade de fabricar peças com dimensões maiores, no caso do Centur 35.

O sistema operacional de ambos os tornos é o CNC Siemens Sinumerik, no qual realiza-se toda a programação das peças a serem fabricadas diretamente no painel da máquina.

Segundo dados do responsável da empresa, sobre a usabilidade do CNC, este relatou que o processo de programação é realizado de forma manual, requerendo alto conhecimento técnico e experiência na área, por isso há uma enorme dificuldade para encontrar profissionais desta área. O responsável também ressaltou que a maior parte do tempo é gasto fazendo a programação das peças a serem fabricadas do que propriamente usinar os materiais e adequá-los para atender as tolerâncias e medida.

Quando questionado sobre o armazenamento dos dados, o responsável pela empresa expressou que todas as peças fabricadas ficam salvas no próprio programa através de códigos, possibilidade esta que agiliza muito no processo de fabricação e diminui o retrabalho, pois, uma vez que surja novamente o pedido de uma peça já confeccionada, basta encontrá-la no programa e iniciar a sua fabricação.

A figura 6 mostra a parte interna do torno CNC, imagem esta que expõe as ferramentas usadas para o torneamento dos materiais.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Figura 6: Interna do torno CNC:



Fonte: O Autor

A figura 7 representa o painel de controle do torno CNC, onde são feitas todas as programações das peças a serem fabricadas.

Figura 7: Painel de controle.



Fonte: O Autor



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

É possível observar através da figura 7 que todo o conjunto operacional é bastante prático de se trabalhar, pois o painel de controle fica junto ao torno, algo que facilita bastante a programação das peças a serem torneadas e fabricadas. Isto possibilita ao operador a qualquer momento, ao detectar um problema, efetuar uma parada rápida antes da ocorrência de algum prejuízo mais grave, além de permitir ajustes rápidos na programação, se necessário.

A figura 8 mostra o painel de controle do equipamento, que conta com um sistema operacional Siemens Sinumerik, no qual é realizada toda a programação das peças a serem fabricadas.

Figura 8: Painel de controle do torno CNC.



Fonte: O Autor

É possível observar através da figura 8 que o painel de controle do equipamento não é totalmente intuitivo e de fácil manuseio, exigindo assim um certo conhecimento por parte do operador para esse tipo de tecnologia.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

#### 3.2 FLUXO DE CAIXA E VALOR DA HORA/MÁQUINA

Para realização dos cálculos foram utilizados os valores baseados na hora/máquina fornecidos pela empresa visitada e, deste modo, foi possível estipular os valores futuros de acordo com a média de tempo de trabalho mensal do torno atual da empresa Thormax.

Assim, com o intuito de realizar os cálculos de forma mais fiel e compatível com a estratégia do mercado, foram utilizados valores menores do que o indicado da hora/máquina para facilitar à empresa Thormax a possibilidade de inserção de maneira competitiva no mercado com a oferta de um novo serviço, porém com o objetivo de aumentar gradualmente esses valores de hora/máquina até o valor requerido. Em relação ao valor final do torno ROMI Centur-35 houve fornecimento de dados pelo representante comercial da ROMI, dados estes que foram utilizados para quantificar o valor de investimento inicial, possibilitando assim realizar os cálculos necessários.

A fim de dar embasamento aos cálculos, estimou-se um turno de sete a oito horas diárias de trabalho, num período de dezoito a vinte e um dias no mês, considerando-se os doze meses do ano. Essas variações se fazem necessárias na contabilidade do tempo de trabalho, pois nem sempre o torno consegue operar em todos os dias úteis do mês, a considerar que imprevistos acontecem e haverá momentos de ociosidade do equipamento. Considerou-se também o acréscimo de trabalho nos meses finais do ano, período este em que, geralmente, ocorrem as paradas programadas das indústrias e no qual os serviços de manutenção industrial têm seu ápice de trabalho.

A tabela 5 mostra o valor do investimento inicial de R\$ 673.000,00 (Seiscentos e setenta e três mil reais), que simboliza o valor repassado pelo representante comercial da ROMI do Torno CNC (ROMI Centur-35) e, posteriormente, os valores dos fluxos de caixa estipulados para os próximos cinco anos com base nos valores de hora/máquina e demanda de serviço.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Tabela 5: Valores de Fluxo de Caixa

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Saldo Total Desc.	Saldo Total
0	-R\$ 673.000,00	-R\$ 673.000,00	-R\$ 673.000,00	-R\$ 673.000,00
1	R\$ 201.600,00	R\$ 182.443,44	-R\$ 490.556,56	-R\$ 471.400,00
2	R\$ 207.480,00	R\$ 169.922,81	-R\$ 320.633,75	-R\$ 263.920,00
3	R\$ 259.200,00	R\$ 192.109,20	-R\$ 128.524,55	-R\$ 4.720,00
4	R\$ 247.380,00	R\$ 165.926,39	R\$ 37.401,84	R\$ 242.660,00
5	R\$ 317.520,00	R\$ 192.734,60	R\$ 230.136,45	R\$ 560.180,00

Fonte: O Autor

A base de cálculo utilizada representa um valor inicial de hora/máquina do torno CNC de R\$120,00 (Cento e vinte reais), considerando uma média de trabalho de sete horas diárias e vinte dias de trabalho no mês. O valor obtido representa o valor de um mês de operação do torno CNC, na sequência, multiplica-se esse valor pelos doze meses do ano e tem-se o total anual de R\$ 201.600,00 (Duzentos e um mil e seiscentos reais), para o ano 1, por exemplo.

Para o restante dos anos, os cálculos utilizados são os mesmos, porém com alterações nos dias de trabalho e no valor da hora/máquina do torno, chegando ao ano 5 com o valor de R\$ 180,00 (Cento e oitenta reais).

#### 3.2.1 VPL e TIR

Considerando o fluxo de caixa apresentado e utilizando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 10,5% ao ano, realizou-se o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), que tem por objetivo trazer ao valor presente do fluxo de caixa, assim é possível ter uma base para analisar a viabilidade do projeto. Com o objetivo de facilitar a comparação com outros projetos, realizou-se o cálculo da taxa interna de retorno (TIR), taxa esta que se caracteriza como uma variável única em forma de percentual e que pode auxiliar na tomada de decisão acerca do que é mais viável em relação ao retorno do capital investido.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

A tabela 6 vale-se dos dados informados na tabela 5 para a realização dos cálculos. Nela, optou-se por realizar os cálculos através de uma planilha eletrônica para facilitar a visualização dos resultados, com base nos cálculos mencionados nos tópicos 2.3.1 a 2.3.3.

Tabela 6: Cálculo de VPL e TIR

<b>ANO</b>	<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>Valor Presente.</b>
0	-R\$ 673.000,00	-R\$ 673.000,00
1	R\$ 201.600,00	R\$ 182.443,44
2	R\$ 207.480,00	R\$ 169.922,81
3	R\$ 259.200,00	R\$ 192.109,20
4	R\$ 247.380,00	R\$ 165.926,39
5	R\$ 317.520,00	R\$ 192.734,60
	<b>VPL</b>	R\$ 230.136,00
	<b>TIR</b>	22%
	<b>Taxa de Desc. (TMA)</b>	10,50%

Fonte: O Autor

Através dos resultados obtidos por meio dos cálculos exibidos na tabela 6, que apontam os valores de Valor Presente Líquido (VPL), vê-se que são bastante atraentes, considerando que o resultado é bastante positivo. Também, os valores da Taxa Interna de Retorno (TIR), representam números bastante significativos (22%), consideravelmente maiores do que o valor da Taxa Mínima de Atratividade (10.5%) e tais valores podem indicar que a implementação do torno CNC na empresa Thormax pode ser viável e ainda gerar lucros.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

#### 3.2.2 Payback

Tendo em vista que o prazo máximo para garantir a viabilidade desta implementação é de cinco anos, se faz necessário realizar o cálculo de *Payback*, o qual se caracteriza pelo retorno do investimento inicial do projeto a fim de saber em quanto tempo esta implementação irá gerar lucros ou se levará mais tempo do que o período estipulado para retornar o valor inicial.

Desta forma utilizou-se o cálculo tanto do *Payback* simples como do *Payback* descontado, valendo-se da mesma taxa de 10,5% para assim indicar o período de retorno do investimento.

Com isso, tem-se a tabela 7 que apresenta os resultados obtidos através dos cálculos realizados utilizando os dados informados no tópico 2.3.4 descritos na metodologia do presente trabalho.

Tabela 7: Resultado *Payback*

Payback	Tempo
Payback Simples	3,02 anos
Início do Projeto	01/01/2025
Recuperação do Projeto	07/01/2028
Resumo do Payback	3 anos 0 meses 6 dias
Payback descontado	3,77 anos
Início do Projeto	01/01/2025
Recuperação do Projeto	09/10/2028
Resumo do Payback	3 anos 9 meses 8 dias

Fonte: O Autor

Mediante os resultados obtidos pela tabela 7, é possível verificar que o tempo estipulado para que a implementação seja viável economicamente à empresa Thormax está dentro do prazo e ainda dispõe de uma significativa sobra de tempo no caso do *Payback*



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

simples. Já no *Payback* descontado, há uma sobra de tempo um pouco menor, contudo, ainda assim bastante significativa, o que corrobora com o fato de que essa implementação tem grandes chances de se pagar dentro do prazo estipulado.

#### 4 CONCLUSÃO

Com base nas informações apresentadas e nos dados obtidos no presente trabalho, através das pesquisas bibliográficas realizadas em livros, revistas, periódicos, entre outros; na visita técnica realizada em empresa que atua no ramo de tornearia e, principalmente nos cálculos realizados para a análise de viabilidade econômica da implementação do torno CNC em uma empresa de pequeno porte, conclui-se que é viável economicamente a implementação do torno CNC na empresa Thormax Usinagem.

A viabilidade desse equipamento para a empresa Thormax se justifica pela demanda média de pedidos que há nos tornos convencionais. Sendo assim, com a implementação do novo equipamento, a tendência é de que estes pedidos aumentem devido a maior qualidade das peças fabricadas e pelo menor tempo de entrega destas, fator este que justifica ainda mais o uso do equipamento em questão.

A propensão é a de que o referido investimento conseguirá se pagar em três anos, considerando-se o *payback* simples, algo que é muito positivo e ainda com dois anos a menos do que o prazo estipulado para que se pagasse. Em relação aos valores investidos no equipamento, o VPL de R\$ 230.136,00 (Duzentos e trinta mil cento e trinta e seis reais) e a TIR de 22%, são muito significativos e relevantes para uma análise da viabilidade. Isto, propicia a empresa Thormax implementar o equipamento com a certeza de que ele gerará lucros, desde que tudo funcione conforme o planejamento.



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

#### REFERÊNCIAS

ABNT – NR12/1978. Disponível em <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em 26 ago. 2024.

ASSAF NETO, A. (2020). Estrutura e Análise de Balanços: um enfoque econômico-financeiro. (12a ed). São Paulo, SP: Editora Atlas.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), 2024, Disponível em: < <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>>. Acesso em: 04 jul. 2024.

DAMODARAN, Aswash. Mitos de investimentos. São Paulo: Financial Times – Prentice Hall, 2008. Acesso em 06 de julho de 2024.

KOPITTKE, Bruno; CASAROTTO, Nelson. Análise de investimentos. 12º edição, 2019. Acesso em 06 de julho de 2024.

FERES, F. Complexidade operacional superada com a evolução da tecnologia CNC. Revista O mundo da Usinagem. São Paulo: Sandvik Coromant do Brasil. 8 ed., v. 70, ago. 2010. Disponível em: [http://issuu.com/omundodausinagem/docs/omu\\_70](http://issuu.com/omundodausinagem/docs/omu_70) . Acesso em: 26 ago. 2014.

FERRARESI, D. Fundamentos da usinagem dos metais. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

MAMEDE, A. L. F.; RESENDE, A. A. Análise da terceirização da manutenção sob a ótica dos custos e impactos econômicos: revisão bibliográfica. Brazilian Journal of Production Engineering, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 155–168, 2021. DOI: 10.47456/bjpe.v7i2.35218. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/35218>. Acesso em: 6 abr. 2024.

ROMI. **Tornos CNC**. Disponível em: <https://www.romi.com/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

ROSA, S.F.Z.; REIS FILHO, R.R. Manutenção Preventiva em Tornos CNC: Estudo de Caso em uma Empresa Prestadora de Serviços. In: III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga. Disponível em: 12 p. Outubro de 2015.

SILVA, S. O., FILHO, R. R. R. TORNO CNC: evolução, características e importância para a usinagem. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga – SP, v. 19, n. 1, p. 313-326, jun./2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/367346041\\_TORNO\\_CNC\\_evolucao\\_caracteristicas\\_e\\_importancia\\_para\\_a\\_usinagem](https://www.researchgate.net/publication/367346041_TORNO_CNC_evolucao_caracteristicas_e_importancia_para_a_usinagem). Acesso em: 6 abr. 2024.

SOARES, J. C. V., ROCHA, S. A PRODUTIVIDADE EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA NO PERÍODO 2003-2007: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO:. ENEGEP: Salvador, v. 1, n. 1, p. 1-14, out./2009. Disponível em:



### III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

[https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_091\\_621\\_13630.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_621_13630.pdf)

Software CAD | Projeto 2D e 3D assistido por computador | Autodesk. Disponível em:  
<<https://www.autodesk.com/br/solutions/cad-software#:~:text=O%20CAD%2C%20ou%20projeto%20e>>. Acesso em 26 ago. 2024.