

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
RIO GRANDE DO SUL- CAMPUS ERECHIM  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA MECÂNICA

BERNARDO PETZHOLD

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE AQUISIÇÃO DE UM TORNO AUTOMÁTICO CNC  
EM UMA EMPRESA METALMECÂNICA**

ERECHIM – RS

2021

BERNARDO PETZHOLD

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE AQUISIÇÃO DE UM TORNO AUTOMÁTICO CNC  
EM UMA EMPRESA METALMECÂNICA**

Trabalho de conclusão de curso realizado no campus Erechim do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Julio Americo Faitão.

ERECHIM – RS

2021

BERNARDO PETZHOLD

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE AQUISIÇÃO DE UM TORNO AUTOMÁTICO CNC  
EM UMA EMPRESA METALMECÂNICA**

Trabalho de conclusão de curso realizado no campus Erechim do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Julio Americo Faitão.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Demian Boaroli  
IFRS Campus Erechim

---

Prof. Everton Farina  
IFRS Campus Erechim

---

Prof. Marcos Antônio Cezne  
IFRS Campus Erechim

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida e por sempre me fazer perseverar e seguir em frente durante os momentos difíceis encontrados ao longo da minha formação.

Agradecer aos meus pais Cláriston Petzhold e Adriane Petzhold, que sempre tiveram ao meu lado, me apoiando, me incentivando e me ensinando que desistir nunca deverá ser uma opção. Em especial ao meu pai pelas diversas vezes que esteve comigo lendo e relendo esse trabalho com o objetivo de melhorá-lo cada vez mais. Amo muito vocês.

A minha namorada Gabrieli Zanette, pela companhia, carinho e por me ajudar neste trabalho. Pela compreensão nas horas em que foi necessário me abdicar do lazer para a concretização desse anseio.

Gostaria de agradecer o meu orientador e amigo Julio Americo Faitão, por todos os ensinamentos, apoio, tempo dedicado, sugestões, auxílios e por ter encarado junto comigo o desafio de desenvolver este trabalho.

Não posso deixar de agradecer aos meus grandes amigos Sandro de Souza Justino e Altemir Perosa, por todas as orientações técnicas, por todo suporte, paciência e dedicação, que foram cruciais para o desenvolvimento desse trabalho.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos meus colegas e professores do IFRS - Campus Erechim, que me auxiliaram em algum momento em que foi necessário.

*“O sucesso nasce do querer, da  
determinação e persistência em se chegar  
a um objetivo.”*

*(José de Alencar)*

## RESUMO

A aquisição de novos equipamentos faz-se necessária para as empresas que buscam manter-se competitivas na concorrência de mercado. Dessa forma, evidencia-se cada vez mais a importância do estudo de viabilidade na tomada de decisão com relação à aquisição de um novo equipamento. Diante disso, realizou-se um estudo de viabilidade em uma indústria de cadeiras corporativas e mobiliário escolar, a qual possui como parte fundamental de seu processo produtivo, processos de usinagem, com o objetivo de verificar a viabilidade de aquisição de um torno automático CNC, considerando de forma simples e direta os custos produtivos mais significantes. Na realização deste estudo, a metodologia utilizada foi de um estudo de caso, e as abordagens adotadas foram quantitativa, qualitativa e descritiva. Estimou-se os custos mais significantes à análise de viabilidade, tais como: valor do investimento, tempos de operação e setup, consumo da energia elétrica, custo da mão de obra do operador, depreciação, custo das matérias primas, custo da manutenção e valores das peças compradas atualmente, além de uma projeção de demanda baseado no histórico de vendas e na estimativa de crescimento do produto. Através do resultado encontrado, verificou-se que a aquisição do equipamento, dentro do delineamento estabelecido, torna-se inviável, pois o custo de fabricação ficaria superior ao custo de compra praticado atualmente. Por fim realizaram-se algumas ponderações com relação ao resultado encontrado.

**Palavras-chave:** Estudo de viabilidade. Custos Produtivos. Estudo de Caso. Custo de Compra. Tomada de Decisão.

## **ABSTRACT**

The acquisition of new equipment is necessary for companies seeking to remain competitive in the market competition. Thus, the importance of the feasibility study in decision making regarding the acquisition of new equipment is increasingly evident. Therefore, a feasibility study was carried out in an industry of corporate chairs and school furniture, which has as a fundamental part of its production process, machining processes, in order to verify the feasibility of acquiring a CNC automatic lathe, simply and directly considering the most significant production costs. In carrying out this study, the methodology used was a case study, and the approaches adopted were quantitative, qualitative and descriptive. The most significant costs for the feasibility analysis were estimated, such as: investment value, operating and setup times, electricity consumption, operator labor cost, depreciation, raw material cost, maintenance cost and values parts currently purchased, as well as a demand forecast based on sales history and estimated product growth. Through the result found, it was found that the acquisition of the equipment, within the established design, becomes unfeasible, as the manufacturing cost would be higher than the purchase cost currently practiced. Finally, some considerations were made in relation to the result found.

**Keywords:** Feasibility study. Productive Costs. Case study. Purchase Cost. Decision Making.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Foto Aérea da Plaxmetal.....	16
Figura 2 – Poltrona Esibire.....	17
Figura 3 – Categorização dos Processos de Fabricação.....	20
Figura 4 – Interface da Máquina CNC.....	21
Figura 5 – Torno CNC ROMI Centur 30D.....	23
Figura 6 – Deslocamento dos eixos - Torno CNC .....	23
Figura 7 – Exemplificação dos Layouts.....	26
Figura 8 – Célula de produção gerenciada por operador multifuncional e polivalente .....	32
Figura 9 – Fluxograma da metodologia.....	38



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelos de layout.....	25
Tabela 2 – Definições de Produtividade dos Centros Internacionais de Produtividade.....	33
Tabela 3 – Custo Líquido das Peças.....	50
Tabela 4 – Projeção de Demanda.....	51
Tabela 5 – Comparativo de Custo 1.....	53
Tabela 6 – Comparativo de Custo 2.....	55
Tabela 7 – Comparativo de Custo 3.....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social.
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço.
h	Hora.
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços.
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social.
IQR	Amplitude Interquartil.
ISO	Organização Internacional de Normalização.
KG	Quilograma.
LI	Limite Inferior.
LS	Limite superior.
Mcd	Média Aritmética do Conjunto de Dados.
mm	Milímetro.
m <sup>3</sup>	Metro cúbico.
PIS	Programas de Integração Social.
RGE	Rio Grande Energia.
R\$	Real.
s	Segundo.
un	Unidade.
Ø	Diâmetro.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	15
<b>1.1.1 Contextualização da empresa e levantamento de oportunidade .....</b>	<b>16</b>
1.2 OBJETIVO GERAL .....	18
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>2 MARCO REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1 PRODUÇÃO INDUSTRIAL .....	19
<b>2.1.1 Fabricação por Usinagem.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2 Comando CNC .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.3 Torno CNC .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.4 Layout e otimização de espaço.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.5 Estudos de tempos e movimentos .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.6 Tempo-padrão.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.7 Produtividade do operador.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.8 Flexibilização de operador .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1.9 Análise da produtividade.....</b>	<b>32</b>
2.2 ANÁLISE DE INVESTIMENTO .....	34
<b>2.2.1 Tempo de retorno de investimento.....</b>	<b>34</b>
<b>2.2.2 Análise de risco .....</b>	<b>35</b>
<b>2.2.3 Outliers.....</b>	<b>36</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>38</b>
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	38
3.2 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS.....	39
3.3 VALOR DO INVESTIMENTO .....	40
3.4 TEMPO DE OPERAÇÃO E SETUP.....	41
3.5 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	41
3.6 CUSTO DA MÃO DE OBRA DO OPERADOR .....	41
3.7 DEPRECIAÇÃO .....	42

3.8 CUSTO DAS MATÉRIAS PRIMAS .....	42
3.9 CUSTO DE MANUTENÇÃO .....	43
3.10 VALORES DAS PEÇAS COMPRADAS .....	43
3.11 PROJEÇÃO DE DEMANDA .....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>44</b>
4.1 VALOR DO INVESTIMENTO .....	44
4.2 TEMPO DE OPERAÇÃO E SETUP .....	44
4.3 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	46
4.4 CUSTO DA MÃO DE OBRA DO OPERADOR .....	46
4.5 DEPRECIAÇÃO .....	47
4.6 CUSTO DAS MATÉRIAS PRIMAS .....	47
4.7 CUSTO DE MANUTENÇÃO .....	49
4.8 VALORES DAS PEÇAS COMPRADAS .....	50
4.9 PROJEÇÃO DE DEMANDA .....	50
4.10 RESULTADO FINAL.....	52
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE A – Histórico de Consumo - Parte 1 .....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE A – Histórico de Consumo - Parte 2 .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE B – Orçamento dos Fornecedores .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE C – Análise de Outliers – Parte 1 .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE C – Análise de Outliers – Parte 2 .....</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICE D – Tempo de Operação.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE E – Custo do Aço .....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE F – Custo Ferramenta de Corte.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE G – Custo de Fabricação Final.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO A – Peça 1 - cód. 43269 .....</b>	<b>75</b>

<b>ANEXO B – Peça 2 - cód. 39836 .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO C – Peça 3 - cód. 38237 .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO D – Peça 4 - cód. 38655 .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO E – Peça 5 - cód. 38651 .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO F – Peça 6 - cód. 38648.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO G – Peça 7 - cód. 38235 .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO H – Peça 8 - cód. 38653 .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO I – Peça 9 - cód. 38654.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO J – Peça 10 - cód. 44577 .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO K – Peça 11 - cód. 45216 .....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO L – Autorização Plaxmetal .....</b>	<b>86</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Definir o momento certo de investir em novos equipamentos e tecnologias não é uma tarefa fácil, não basta apenas possuir um planejamento financeiro, é necessário entender as necessidades específicas de cada companhia, a fim de fazer a escolha correta e de fato otimizar a capacidade de produção.

Segundo XU et al. (2011), as empresas estão sempre buscando melhorias contínuas, tanto na qualidade e flexibilidade, quanto na variedade e inovação de seus produtos. Tudo isso atrelado a uma consistente redução de custos operacionais com o objetivo de prosperar na concorrência de mercado extremamente competitiva.

A situação não difere quando nos referimos ao ramo metalmeccânico, que detém como coração de suas operações processos de usinagem, os quais possuem custos de fabricação em constante variação, sejam esses influenciados pela variação do valor da matéria prima utilizada, ou pela inconstância de eficiência em seus processos. Dessa forma é inevitável falar em aumento de qualidade, padronização de produto, redução de custo e aumento de eficiência em uma indústria como essa, exposta a um ambiente tão disputado.

A vantagem competitiva dentro das indústrias sempre esteve muito atrelada à redução de custos de materiais, porém atualmente ela está intimamente ligada com a eficiência produtiva. Essa, por sua vez, não está mais restrita apenas a operação, mas abrange toda cadeia produtiva que envolve a empresa, desde fornecedores até clientes. Isso possibilita a redução do preço e do prazo de entrega, tornando-se um diferencial competitivo no mercado em que a empresa está inserida. Basicamente, este é o raciocínio feito por Contador (1994).

Hoje, a produtividade é considerada uma medida que avalia a eficiência e a coerência das atividades econômicas. Ela é definida levando em conta a relação entre os insumos utilizados e a produção propriamente dita. Acredita-se basicamente que existam dois modos de aumentar o nível da produtividade dentro de uma indústria. Sendo eles, o aumento da produção mantendo a mesma quantidade de matéria prima utilizada, ou manter o mesmo nível de produção utilizando menos insumos (RATTNER, 1967).

Vale ressaltar que o ganho de produtividade não está atrelado apenas à utilização adequada do insumo utilizado, mas a todas as atividades que são desenvolvidas de forma ágil e eficiente. Dessa forma, o tempo médio de execução é reduzido sem abrir

mão da qualidade dos itens produzidos, utilizando de modo eficaz o tempo, recursos, energia e materiais (ONCLICK, 2020).

Ainda, de acordo com a Onclick (2020), a eficiência operacional das atividades econômicas exercidas pela indústria pode ser melhor compreendida como a adoção de medidas necessárias visando melhorar os diferentes processos realizados pelas empresas. O objetivo em geral, é otimizar todas as atividades que envolvem a empresa, desde atividades práticas, desempenhadas por funcionários, até processos automáticos, realizados por equipamentos. Vale ressaltar que a redução de custos é uma consequência de eficiência operacional como um todo, que vai da contratação de profissionais qualificados, até a compra de matéria prima.

Inserido nesse contexto evidencia-se que manter-se atualizado com a realidade tecnológica é a chave para um desenvolvimento econômico consolidado e sadio de uma companhia; a qual está em constante aperfeiçoamento, tanto técnico quanto operacional, de modo a disponibilizar ao mercado, e aos seus clientes, produtos de alta qualidade, com preços condizentes e com prazos de entrega satisfatórios.

Com o mercado cada vez mais competitivo, o estudo de viabilidade dentro das organizações vem se tornando uma ferramenta essencial para uma tomada de decisão clara e segura. Através dela é possível considerar de forma estruturada, as variáveis e condições que cercam a aquisição de uma nova máquina ou equipamento.

Inserido nesse contexto, o presente trabalho pretende fazer a análise de viabilidade de aquisição de um novo equipamento para o processo produtivo de uma empresa do ramo metalomecânico, de forma estruturada com base em métodos usuais de análise. Diante do exposto, surge o problema do projeto: É viável para essa empresa adquirir um torno automático CNC?

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se ao evidenciar a importância do estudo da análise de viabilidade quando se refere à aquisição de um novo equipamento dentro de uma empresa metalmeccânica, demonstrando as informações e etapas mais relevantes para desenvolvimento do estudo, de modo a possibilitar uma tomada de decisão segura e assertiva.

A colaboração prática deste estudo está no desafio profissional do próprio acadêmico, motivado pela necessidade de redução de custos de uma linha de produto específico em uma empresa de cadeiras corporativas.

### 1.1.1 Contextualização da empresa e levantamento de oportunidade

O estudo foi realizado na empresa Plaxmetal, localizada no município de Erechim, RS, que atua no mercado de mobiliário corporativo e escolar, promovendo conforto na rotina das pessoas e harmonia aos ambientes. A Figura 1 demonstra a frente da empresa.

Figura 1 – Foto Aérea da Plaxmetal



Fonte: Lazzarotto (2020).

Fundada em 1986 em Erechim, a empresa conta com um parque fabril de aproximadamente 28.000m<sup>2</sup> de área construída, sendo um dos maiores polos industriais da região. A empresa emprega mais de 400 profissionais, com o objetivo de atender o mercado nacional e internacional.

A Plaxmetal segue uma rigorosa política de qualidade, que é comprovada pelas certificações conquistadas no decorrer dos anos. Atualmente a empresa é certificada ISO 9001, ISO 14001 e COMERC, possuindo uma diversificada linha de produtos que abrange desde componentes para cadeiras, cadeiras prontas e até mobiliário escolar.



A empresa possui mais de 25 opções entre cadeiras e poltronas em seu portfólio de produtos, e embora a pandemia tenha impactado nos resultados, a empresa apresentou um crescimento de aproximadamente 20% no último ano, além de apresentar constante crescimento e projetando em um cenário promissor para os próximos anos.

Entre seus produtos está às poltronas Esibire, linha destinada a áreas de cinemas, teatros, auditórios, espaços culturais e similares. Um período após seu lançamento visualizou-se a oportunidade de reduzir seu custo de produção e consequentemente torna-la mais competitiva no mercado. Isso atrelado ao fato da fábrica possuir matrizaria, setor responsável pela fabricação de moldes e matrizes, e metalúrgica própria, fez surgir à ideia de se realizar um estudo em cima das peças, atualmente compradas, que compoñham esse produto, identificar quais delas são usinadas, e de fato desenvolver uma análise de viabilidade para ver se essas peças, caso fossem produzidas internamente, justificariam a aquisição de um torno automático CNC.

Figura 2 – Poltrona Esibire



Fonte: Plaxmetal (2021).

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar se peças que atualmente são compradas prontas, caso sejam fabricadas internamente, viabilizam o investimento em um torno automático CNC.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A fim de alcançar o objetivo geral faz-se necessário atender aos seguintes objetivos específicos:

- Analisar a viabilidade do investimento com base em informações reais, a fim de obter resultado confiável para subsidiar a tomada de decisão.
- Elaborar uma estrutura de custo de produção das peças considerando os aspectos mais relevantes e as restrições de fabricação.
- Elaborar projeção de demanda com base em expectativas de mercado da empresa em relação ao produto, considerando o histórico de consumo de peças nos últimos três anos.

## **2 MARCO REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

#### **2.1.1 Fabricação por Usinagem**

A usinagem é definida, de modo geral, como um processo de fabricação que consiste em transformar, através de diferentes formas e sequências, a matéria prima bruta em um produto acabado, com forma, dimensão e acabamento, produzindo cavaco. Entende-se por cavaco a porção de material da peça, retirada pela ferramenta, caracterizando por apresentar forma geométrica irregular (MACHADO; SILVA, 2004).

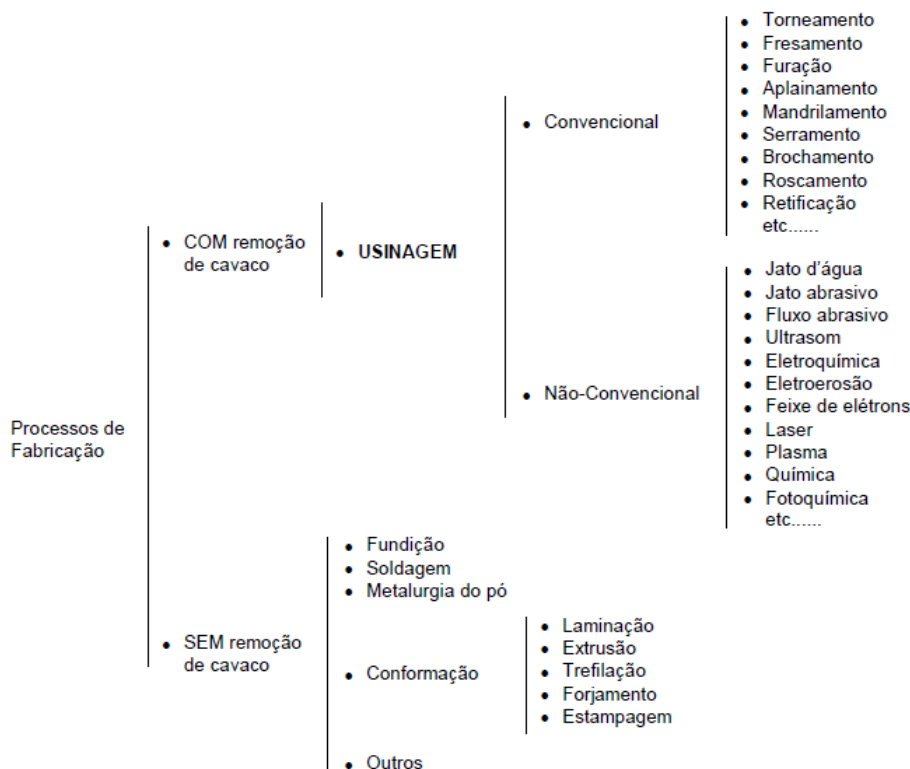
O princípio de funcionamento desse processo consiste na remoção, por cisalhamento, de material através da interferência entre ferramenta e peça, expondo uma nova superfície. A ferramenta é constituída de um material de dureza e resistência mais elevada à do material da peça que está sendo usinada (ADNORMAS, 2019).

Os processos de fabricação utilizados para atribuir forma a uma peça metálica, podem ser discriminados em duas famílias distintas, uma delas que considera apenas os processos em que há a remoção do cavaco e outra considera os processos os quais não há remoção do cavaco (Figura 3).

Atualmente, grande parte dos produtos industrializados passa, em alguma etapa de sua produção, por um processo de usinagem. Devido a isso, esse método é reconhecido como o processo de produção mais popular do mundo, que transforma em cavaco 10% de toda matéria prima bruta utilizada (MACHADO; SILVA, 2004).

Embora esse processo seja amplamente utilizado ele possui algumas singularidades, devido ao fato de se tratar de um processo inerentemente prático e que envolve um elevado número de variáveis. Diante disso é de grande valia os estudos detalhados dos processos que cercam essa operação, pois cada ponto detalhadamente analisado e devidamente interpretado contribui para o entendimento do processo (MACHADO; SILVA, 2004; SHAW, 2005).

Figura 3 – Categorização dos Processos de Fabricação



Fonte: MACHADO; SILVA (2004).

Segundo Machado e Silva (2004), as principais preocupações referentes a esse processo estão focadas na qualidade das peças produzidas, no acabamento superficial e nas tolerâncias obtidas. Tudo isso atrelado a um bom entendimento com relação às taxas de desgaste da ferramenta de corte, a interação entre as superfícies e a utilização do fluido de corte, garante um produto final de ótima qualidade.

Acredita-se que a otimização do processo de usinagem está ligada diretamente com as condições de operação impostas a ele, especialmente com relação ao uso da aresta de corte da ferramenta, a qual poderá prover uma redução no tempo e custo de fabricação, elevando a eficiência do sistema produtivo (BAPTISTA; COPPINI, 2007).

### 2.1.2 Comando CNC

O início do desenvolvimento do comando CNC aconteceu em 1946, em uma pequena empresa fabricante de hélices e rotores para helicópteros conhecida como Parsons Corporation. Isso ocorreu através de uma tentativa de controlar,

numericamente, uma máquina de usinagem convencional. Essa máquina recebia informações de um computador, o qual era alimentado por cartões perfurados (SILVA; ZANIN, 2011).

A sigla CNC significa comando numérico computadorizado, e refere-se a uma ferramenta eletrônica responsável por comandar a usinagem, de forma autônoma, precisa e consistente, de uma determinada peça. O equipamento recebe as instruções, através de uma linguagem própria, da maneira que deve realizar as operações, processa essas informações e envia os comandos aos motores que dão início a sequência programada de movimentos, com objetivo de realizar a usinagem a fim de fabricar as peças na geometria e dimensões determinadas (PEREIRA, 2003).

As instruções contidas no programa CNC são codificadas e dispostas em sequências, são elas que determinam a ordem das funções que a máquina deverá executar para que ocorra a usinagem da peça. As instruções são constituídas por caracteres que englobam números, letras e símbolos, cada um contendo seu significado específico dentro da programação (COSTA; SANTOS, 2006).

A figura (4) demonstra um modelo de interface utilizado pela Romi em seus equipamentos CNCs, o qual é utilizado pelo operador para acompanhar o processo e comandar o equipamento.

Figura 4 – Interface da Máquina CNC



Fonte: INDÚSTRIAS ROMI S.A. (2020).

A programação CNC pode ser desenvolvida diretamente na máquina ou com a utilização de programas específicos. Ela é responsável por informar, por meio de coordenadas no plano cartesiano, a trajetória da ferramenta e os parâmetros de corte para que a máquina possa executar a usinagem (DALEFFE; MARQUES, 2018).

Programas fazem a leitura dos comandos numéricos, os quais contêm as funções dos processos que serão utilizados para realizar a operação de usinagem, e posteriormente o gerenciamento das ferramentas, suportes e dispositivos (PEREIRA, 2003).

Segundo Santos (2002), um dos comandos numéricos computadorizados mais conhecidos é o padrão Fanuc. Esse padrão é definido por normas que definem as configurações dos comandos bem como seu campo de aplicação. Embora essas normas padronizem as aplicações no programa, elas permitem pequenas variações nas definições dos comandos.

Dessa forma a tecnologia CNC popularizou-se principalmente nos setores metalúrgicos e mecânicos, apresentando-se como alternativa mais apropriada para resolução dos mais complexos problemas de usinagem (COSTA; SANTOS, 2006).

### **2.1.3 Torno CNC**

Atualmente as máquinas que utilizam o comando numérico computadorizado estão presentes em uma boa parcela de toda manufatura. Isso se deve as intensas produções exigidas pelo mercado, que demanda aperfeiçoamento constate de produtos e serviços nos diversos ramos industriais (DALEFFE; MARQUES, 2018).

Nesses equipamentos, as ferramentas são comandadas de modo a realizar uma série de procedimentos de usinagem, tais como furar, polir, fresar e retificar, permitindo produzir em alta velocidade uma grande quantidade de peças com extrema precisão (ASSIS, 2009).

Ainda, segundo Assis (2009), inicialmente as aplicações dos equipamentos CNC's eram mais focadas em indústrias metalmecânicas e metalúrgicas, porém hoje seu uso já se encontra bem disseminado, podendo ser encontradas em indústrias têxtil, alimentícia, de embalagens, de calçados, de plásticos, entre outras.

O torno CNC é uma máquina parecida com o torno mecânico convencional, a diferença está em que torno CNC é controlado de forma autônoma, e conta com a presença de um grupo de motores que executam a movimentação dos eixos e consequentemente a usinagem das peças (POLASTRINI, 2016).

A Figura (5) demonstra um modelo de torno CNC fabricado pelas Indústrias Romi.

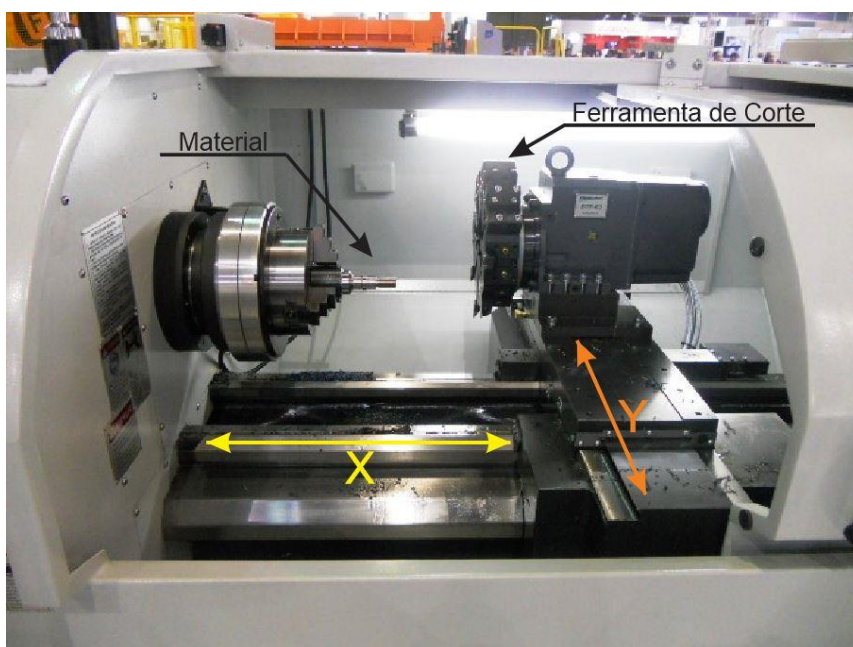
Figura 5 - Torno CNC ROMI Centur 30D



Fonte: INDÚSTRIAS ROMI S.A. (2020).

Ainda conforme Polastrini (2016), o torno CNC se desloca basicamente em duas direções distintas, no eixo X, o qual determinará o comprimento da peça, e no eixo Y, o qual determinará o diâmetro da mesma. Sendo que a castanha, onde o material é fixado, encontra-se no eixo central da máquina e não avança em nenhuma direção (Figura 6).

Figura 6 - Deslocamento dos eixos - Torno CNC



Fonte: Adaptado de DISPOFIX (2020).

Neste equipamento, a ferramenta não possui movimento rotacional para executar o processo de usinagem, isso fica a cargo do eixo árvore, o qual rotacional

com o material fixado. Com o material em movimento, as ferramentas se deslocam ao longo dos eixos, e entram em contato com o material, dando-lhe a forma projetada (POLASTRINI, 2016).

Existem diferentes tipos de equipamentos CNC, cada um destinado a aplicações e propósitos específicos, mas todos com algumas vantagens em comuns. Entre elas destacam-se o bem-estar do operador, que ao utilizar esse tipo de equipamento possui uma maior segurança, quando comparado a um equipamento convencional e a redução de falhas humanas, visto que após a partida o equipamento é autônomo (SILVA, 2016).

#### **2.1.4 Layout e otimização de espaço**

O layout é definido como sendo a forma em que são distribuídos todos os objetos presentes em uma empresa, sendo máquinas, postos de trabalho, equipamentos, materiais, pessoas, áreas de circulação, entre outros. Ele é desenvolvido de forma a otimizar o ambiente de trabalho e o processo produtivo (ROCHA, 1995).

O arranjo físico de uma indústria tem como objetivo posicionar todos os recursos necessários para a operação, e quando bem dimensionado resulta em um fluxo de operações eficiente sem a existência de gargalos (DRIRA, PIERREVAL, HAJRI-GABOUJ, 2007).

O aperfeiçoamento do layout é um desafio contínuo, tendo em vista que as empresas estão em constante evolução, sempre lançando novos produtos e adquirindo novos equipamentos. Esse incessante aperfeiçoamento faz com que se tenha um layout sempre muito bem definido, reduzindo os tempos improdutivos e otimizando os tempos processuais, beneficiando a empresa e reduzindo os custos de operações (GERLACH et al., 2017).

Segundo Slack et al. (1996), o dimensionamento incorreto do layout acaba criando gargalos na operação, que poderá gerar interrupções no fluxo da produção, estoque de materiais entre os processos, tempo de fabricação excessivamente longos, entre outros problemas.

A definição do melhor layout vai depender da forma de trabalho e dos objetivos de cada companhia, são eles que irão identificar qual modelo melhor se adequa as necessidades do negócio (CARLO; ARLEO; BORGIA; TUCCI, 2013).



A Tabela (1) demonstra os quatro modelos básicos de layout existentes, e compara entre si, alguma das vantagens e desvantagens que eles possuem.

Tabela 1 – Modelos de layout

Modelos	Vantagens	Desvantagens
Por Produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Baixo custo unitário para altos volumes de produção;</li> <li>* Baixa quantidade de estoques de produtos em processamento;</li> <li>* Movimentação adequada de materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Baixa flexibilidade de produtos;</li> <li>* Trabalho repetitivo;</li> <li>* Alta dependência entre as atividades.</li> </ul>
Por Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Alta flexibilidade de produto;</li> <li>* Fácil supervisão de equipamentos e instalações;</li> <li>* Facilidade de treinamento, devido a menor quantidade de funcionários.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Maior ociosidade;</li> <li>* Maior estoque em processo;</li> <li>* Menor velocidade de movimentação;</li> <li>* Maior número de setup.</li> </ul>
Celular	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Equilíbrio entre custo e flexibilidade;</li> <li>* Maior facilidade no planejamento e controle da produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Alta variedade de atividades;</li> <li>* Alto custo para reconfigurar o arranjo;</li> <li>* Reduz na utilização de recursos.</li> </ul>
Posicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Flexibilidade muito alta de produto;</li> <li>* Alta variedade de tarefas;</li> <li>* Produto ou cliente não movido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Custo unitário elevado;</li> <li>* Programação de atividade ou espaço pode ser complexa;</li> <li>* Pode exigir muita movimentação de máquinas e mão de obra.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de ROSA et al. (2014).

No modelo por produto, as máquinas, equipamentos e funcionários são dispostos de acordo com a sequência de montagem dos produtos. Nesse modelo os recursos são transformados seguindo um caminho predefinido, no qual a ordem dos processos segue um fluxo lógico de produção (BLACK, 1991).

Já no arranjo por processo, as máquinas, equipamentos e funcionários são dispostos em um só local, onde todas as operações que estão inseridas em processos parecidos são agrupadas sem depender do produto fabricado, de modo a facilitar a utilização dos equipamentos (OLIVÉRIO, 1985).

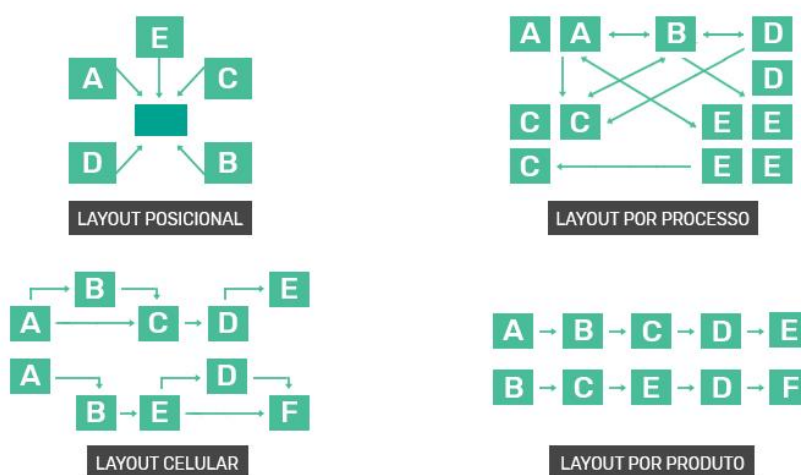
Na forma celular, as máquinas, equipamentos e funcionários estão dispostos de maneira agrupada, de modo a atender a produção de determinadas peças ou

produtos semelhantes. Nesse modelo cada agrupamento representa uma célula de produção na qual estão disponíveis os recursos necessários (FILHO; MALAGUTTI, 2017).

Por fim no modelo posicional, as máquinas, equipamentos e funcionários movem-se, enquanto o produto permanece parado durante o processo de produção. Nesse modelo os recursos para fabricação vão até o produto (FILHO; MALAGUTTI, 2017).

A Figura (7) demonstra a forma de organização dos quatro diferentes tipos de layout.

Figura 7 – Exemplificação dos Layout



Fonte: Colet (2019).

### 2.1.5 Estudos de tempos e movimentos

O estudo de tempos e movimentos possibilita a simplificação dos métodos de trabalho de equipamentos e operários, buscando a melhor forma de realizar determinada atividade e elevar a eficiência do processo (CHIAVENATO, 2003).

Esse estudo aborda uma análise precisa e detalhada das tarefas desempenhadas, com o objetivo de eliminar movimentos desnecessários e encontrar a forma mais eficiente de executá-los. Ele investiga a maneira com que o operador executa a tarefa e avalia a ergonomia do mesmo ao desempenhá-la (PEINADO; GRAEML, 2007).

O estudo de tempos e movimentos iniciou-se com o objetivo de simplificar os métodos de trabalho e definir o tempo padrão para a execução de determinada

atividade, buscando estabelecer um método de análise prático e o mais próximo do ideal (NASCIMENTO; NASCIMENTO; PEREIRA; SOUZA, 2014).

Inicialmente esse estudo partiu da observação sistemática da forma de execução das tarefas desempenhadas pelos operários, com o objetivo de identificar as oportunidades e otimizar as operações, promovendo economia de esforço e redução no tempo de operação (CHIAVENATO, 2003).

Segundo Chiavenato (2003), essa análise traz algumas vantagens, como a redução de esforço, melhor adaptação do operário às atividades, aumento de eficiência produtiva e definições de padrões operacionais.

Ainda, segundo Chiavenato (2003), todas as operações realizadas de forma manual podem ser simplificadas em movimentos elementares, permitindo dividir e analisar qualquer tarefa. Desta forma, as tarefas passam a ser vistas como uma junção de diferentes movimentos, que vão do início ao fim do processo.

### **2.1.6 Tempo-padrão**

Tempo-padrão é a quantidade de tempo necessário para um equipamento ou operador realizar um procedimento, seguindo as metodologias estabelecidas e as condições predeterminadas. Caso determinado processo seja realizado por um trabalhador, é necessário que o mesmo esteja capacitado e treinado, de modo a reproduzir a função sempre com o mesmo nível de desempenho e qualidade (TARDIN, 2013).

Entender a realidade que se passa no cenário fabril, de modo a preocupar-se constantemente com a redução dos tempos de produção e otimização dos métodos estabelecidos, são características diferenciais de uma companhia, que auxiliam a mantê-la viva e competitiva no mercado durante o passar tempo (VIEIRA; CORREIA; SILVA, 2016).

Diante disso, nota-se a importância dos estudos relacionados à determinação dos tempos de cada processo produtivo, de modo a estabelecer padrões de produtividade eficazes atrelados à maximização do uso de insumos. Isso torna mais exata a determinação dos custos de fabricação, desenvolvimento de orçamentos, projeções de custos de novos produtos, gerenciamento das capacidades operacionais dentro da indústria, bem como o detalhamento de todo processo produtivo (MARTINS; LAUGENI, 2006).

Este estudo permite analisar e avaliar de forma concreta a capacidade produtiva de um determinado processo dentro de uma companhia, pois considera variáveis reais presentes na rotina normal de trabalho. Isso torna possível mensurar a capacidade de um sistema produtivo, além de facilitar a visualização dos impactos temporais dentro de uma linha produtiva, tornando mais fácil e previsível o planejamento das operações dentro de uma indústria (CRUZ, 2008).

Para determinar o tempo-padrão das operações realizadas dentro de uma indústria e a eficiência produtiva individual dos funcionários, podem ser utilizados dois métodos distintos. O primeiro deles, e mais comumente utilizado, é a cronoanálise. Esse método consiste inicialmente em determinar os elementos que serão contabilizados dentro da operação, determinando se a cronometragem será feita de forma total durante todo o processo ou de forma parcial, medindo cada etapa do processo de forma individual (WEISE; BOLSSON; MEDEIROS; BOLIGON, 2013).

Segundo WEISE et al. (2013), para consolidar o tempo de determinado processo, é necessário inicialmente ser efetuada a medição de ao menos 15 ciclos do mesmo processo, e a partir dessas cronometragens calcular o tempo médio do processo através de uma média aritmética simples.

Ainda segundo WEISE et al. (2013), com o tempo médio do processo determinado, se faz necessário estimar uma tolerância temporal para o mesmo, a qual deverá ser somada ao tempo médio do processo com o objetivo de chegar-se ao tempo-padrão. Essa tolerância temporal deve considerar toda a jornada de trabalho do operador, e considerar pontos, tais como necessidades pessoais, e paradas inesperadas.

A segunda maneira de determinarmos o tempo-padrão é utilizando a técnica de amostragem. Esse método baseia-se na observação, por um período mais prolongado, do operador e do equipamento, classificando eventuais ocorrências durante a atividade produtiva, tais como paradas para necessidades pessoais, paradas que poderiam ser evitadas, entre outras (PEINADO; GRAEML, 2007).

Ainda, conforme Peinado e Graeml (2007), no final do acompanhamento é possível estimar a porcentagem do tempo em que o trabalhador ou o equipamento passou dedicada a determinada tarefa, através da relação da quantidade total de observações realizadas, com a quantidade de eventuais ocorrências registradas.

Diante da determinação do tempo padrão se faz necessário padronizar o método utilizado para cada processo, de modo a estabelecer padrões produtivos

monitoráveis que sirvam como referência para projeções produtivas em determinado setor (TARDIN, 2013).

### **2.1.7 Produtividade do operador**

O operador é considerado o indivíduo encarregado pela execução de determinada tarefa. Seu envolvimento nas atividades tem influência direta na produtividade, planejamento e controle do trabalho (FLEURY, 1980).

Segundo Fleury (1980), o sistema de treinamento dos operários está diretamente ligado à sua produtividade, de modo que os mesmos devem receber instruções adequadas do que deve ser feito, de que maneira e do tempo necessário para execução. Isso atrelado a incentivos salariais eleva o nível de produtividade e desempenho dos operadores.

Seguindo essa linha de pensamento, Sales et al. (2018) demonstra que o operador treinado pelo técnico, devidamente qualificado ou pelo fabricante do equipamento apresenta um nível de produtividade maior quando comparado a um operador treinado internamente por outro funcionário com maior tempo de experiência.

Outro ponto que compromete a produtividade do operador é o tempo em que o mesmo se encontra parado esperando a máquina executar seu trabalho ou a conclusão de uma etapa anterior. Esse tempo parado pode representar até 80% do ciclo da operação, tornando alto seu potencial de aumento produtivo (CONTADOR, 1995).

Nessa situação, ainda segundo Contador (1995), alguns ajustes nas variáveis do processo podem ser feitos, sempre dentro dos limites aceitáveis de qualidade, de modo a diminuir o tempo de processo e consequentemente o tempo de espera. Atribuir outras atividades ao operador, capaz de serem executadas durante esse período ocioso, é uma forma de reduzir esse tempo e aumentar a produtividade, que pode chegar a valores superiores a 80%.

Segundo Contador (1995), existe duas formas de aumentar a produtividade operacional com relação à linha de produção, sendo ambas ligadas diretamente à diminuição ou eliminação do tempo de espera dos operários. A primeira sugere a redução no tamanho da linha produtiva, visto que o ritmo da mesma é ditado pela operação mais demorada. Isso reduz a possibilidade de alguns operadores

trabalharem em um ritmo mais lento que o ideal, enquanto os outros trabalham sobrecarregados. A segunda maneira é desvincular totalmente as operações, de modo que cada atividade seja executada de maneira independente e em seu tempo normal de processo, fazendo com que o operário exerça sua função com a melhor eficiência produtiva possível.

Caso não seja possível reduzir a linha de produção se faz necessário o balanceamento da mesma, de modo a equalizar a distribuição de tarefas e o tempo processual, gerando um aumento qualitativo de desempenho e uma redução dos desperdícios (DAMER; SILVA; JUNIOR, 2013).

Baseado nesse pensamento, Contador (1995) fala que o aumento da produtividade operacional pode basear-se no balanceamento temporal da linha produtiva, onde esse não considera apenas a distribuição de tarefas, mas também o correto dimensionamento e direcionamento das equipes para as etapas que necessitam maior tempo de produção.

Além disso, Fleury (1980) acredita que a baixa diversidade de tarefas esteja associada a uma maior produtividade operacional. Isso porque trabalhando dessa forma o operador irá atingir um alto grau de especialização, tornando-se mais eficiente e produtivo a cada dia.

#### **2.1.8 Flexibilização de operador**

A flexibilização consiste em um conceito de operário multifuncional, o qual possui a capacidade de exercer, além de suas atividades produtivas regulares, outras atividades essenciais presentes no ambiente fabril. Adquirindo assim, conhecimento e experiência a fim de executar funções cada vez mais amplas e complexas (FILHO, 1999).

O operador flexível possui a capacidade de operar mais de um equipamento em uma mesma célula, além de possuir a competência e o conhecimento necessário para otimizar a forma de execução de determinada atividade (GOMES, 2002).

Uma organização que trabalha com este tipo de profissional, está contribuindo para o aumento da eficiência do trabalho, maximizando a utilização do capital, das tecnologias disponíveis e melhorando a eficiência produtiva dos setores, sem abrir mão da qualidade dos produtos disponibilizados e dos serviços prestados (PETTINGER, 1998).

Inserido nesse contexto, o trabalho multifuncional se caracteriza por apresentar mão de obra versátil, e por basear-se no princípio da descentralização da informação. Nele, cada operador é responsável pela qualidade de seu trabalho, dos seus produtos produzidos e da concomitância entre a demanda e o processo de produção. Dessa forma o operador torna-se peça fundamental do desenvolvimento produtivo, agregando envolvimento e responsabilidade ao seu trabalho (JÚNIOR, 2001).

Considerando esses fatores, a polivalência operacional vem para contribuir com o desenvolvimento das operações, visto que através de uma sequência de operações padronizadas, as atividades são desenvolvidas em sincronia com o tempo de ciclo de cada processo (SILVA; CORREIA; GOMES, 2008).

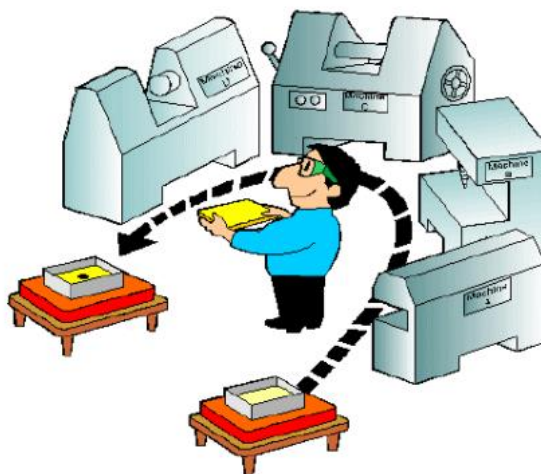
De acordo com os autores citados no paragrafo anterior, para que seja possível trabalhar com a polivalência nos setores produtivos é necessário capacitar e qualificar os operadores, para que os mesmos possam exercer funções complementares, dentro da metodologia estabelecida e de maneira eficaz. É necessário também que os operadores entendam os princípios em que se baseia o sistema, de modo que possibilite a intervenção, se necessários, para analisar ou corrigir problemas decorrentes do processo.

Ainda, segundo Silva, Correia e Gomes (2008), com a utilização da flexibilização, cria-se um vínculo maior entre o operário e a companhia, uma vez que os mesmos ficam responsáveis pelo cumprimento dos padrões de operação. Outro ponto positivo, é que o ambiente se torna propício às trocas de experiências entre funcionários, tornando a identificação, análise e solução dos problemas mais efetiva.

Para implementar o conceito da polivalência é necessário orientar as células de produção da maneira correta, de modo que a fabricação dos produtos aconteça de forma sequencial dentro dos setores produtivos. A correta esquematização da célula permite que os operadores se movam de um equipamento a outro, acompanhando e controlando as operações em seu fluxo normal (BAUDIN, 1996).

A figura (8) exemplifica uma célula de produção, com quatro equipamentos, que é gerenciada apenas por um operador, seguindo o conceito de operador polivalente.

Figura 8 - Célula de produção gerenciada por operador multifuncional e polivalente



Fonte: Adaptado de Quality Road (2019).

Kim e Takeda (1996) reiteram a valorização e capacitação do operador como sendo o ponto chave para o sucesso da flexibilização no processo produtivo, e ressaltam que o operador deve ser treinado de modo a desempenhar várias funções dentro da célula produtiva, tendo autonomia para tomada de decisão, a fim de administrar o desenvolvimento do processo.

Com a evolução nos sistemas produtivos e o aumento na flexibilidade, os operadores passam a apresentar um conhecimento mais abrangente sobre o processo, interagindo mais ativamente com o sistema e contribuindo para a otimização operacional. É baseado nessa flexibilidade que a polivalência se torna indispensável, tornando a operação exercida pelos profissionais mais atrativas e desafiadoras (GOMES, 2002).

### 2.1.9 Análise da produtividade

A ideia de produtividade, inicialmente inserida nas organizações, era baseada em avaliar o desempenho das pessoas e de suas ações, considerando apenas o resultado da produção e o número de funcionários atrelados a ela, determinando quantitativamente a eficiência produtiva. Essa ideia não considerava outras variáveis importantes, como energia, insumos e recursos (KING, 2007).

Com o passar do tempo, através da capacitação e da modernização tecnológica nas indústrias, o processo de gerenciamento e análise da produtividade



tornou-se uma ferramenta relevante para o aperfeiçoando das atividades desenvolvidas. Dessa forma a qualidade produtiva passou a ser considerada uma ferramenta estratégica para aumento de eficiência nas companhias, ampliando a produtividade e melhorando a utilização dos recursos (KUPFER, 1998).

A definição de produtividade e sua análise vêm se adequando as novas realidades com o passar do tempo. Diante disso King (2007), demonstra algumas definições de produtividade feita por diferentes Centros Internacionais de Produtividade (Tabela 2).

Tabela 2 – Definições de Produtividade dos Centros Internacionais de Produtividade

Centros Internacionais de Produtividade	Definições
Organização Europeia para Cooperação Econômica	“Produtividade é a divisão de um produto por um de seus elementos de produção”
Associação Europeia de Produtividade	“Produtividade é o grau de utilização da produção de elementos.”
Centro de Produtividade do Japão	“Produtividade é minimizar o uso de recursos materiais, mão-de-obra, equipamentos, etc., para reduzir custos de produção, expandir mercados, aumentar o número de empregados, lutar por aumentos reais de salários e pela melhoria do padrão de vida no interesse comum do capital, trabalho e consumidores.”
Centro Nacional de Produtividade de Cingapura	“Produtividade é uma atitude que busca atingir melhorias contínuas nos sistemas e nas práticas que traduzem as atitudes em ações”
Conselho de Produtividade de Hong Kong	“Produtividade é a relação entre <i>output</i> e <i>input</i> , e deve ser vista como a adição de valor para a otimização. É um conceito total que direciona os elementos-chave da competição, inovação, custo, qualidade e entrega.”
Prêmio Nacional da Qualidade Malcolm Baldrige	“Produtividade refere-se a medidas de eficiência do uso dos recursos”. Embora o termo seja aplicado para fatores únicos como mão-de-obra, máquinas, materiais, energia e capital, o conceito de produtividade aplica-se também ao total de recursos consumidos na produção de bens. A combinação normalmente requer que se tenha uma média ponderada de diferentes medidas dos fatores únicos, onde o peso tipicamente reflete os custos dos recursos. “O uso de uma medida agregada como a produtividade total dos fatores permite determinar se os efeitos das mudanças globais em um processo são benéficos ou não.”
Instituto nacional da Produtividade da África do Sul	“Acima de tudo, produtividade é uma atitude da mente. É a determinação para melhorar o desempenho de ontem e fazer ainda melhor amanhã. É a vontade de melhorar a situação presente, independentemente de quão boa

	ela possa parecer. É o esforço sustentado para aplicar novas técnicas e métodos. É a fé no progresso”.
--	--

Fonte: Adaptado de King (2007).

Dessa forma, a análise da produtividade relaciona todos os fatores que afetam o desempenho da empresa de modo geral, desde a forma como são utilizados os recursos produtivos até os resultados provenientes desses, considerando diferentes aspectos inerentes ao processo e ao produto, como eficiência, qualidade e lucratividade (MACEDO, 2002).

Através dessa análise é possível identificar as estratégias e técnicas mais adequada a serem implementadas em determinada companhia, de modo a contribuir efetivamente com o aumento da produtividade. Algumas das técnicas mais conhecidas e comumente utilizadas nas empresas para melhoramento da eficiência produtiva são as manutenções preventivas totais, sistema just-in-time, gestão da qualidade total e o sistema de indicadores (BULGARELLI; PORTO, 2011).

Diante disso entende-se que diferentes fatores constroem uma análise consistente da produtividade em uma empresa, logo se faz necessário analisa-los de forma individual, considerando suas condições, restrições e gargalos.

## 2.2 ANÁLISE DE INVESTIMENTO

### 2.2.1 Tempo de retorno de investimento

A análise do tempo de retorno de investimento é uma ferramenta muito utilizada para auxiliar nas tomadas de decisões. Ela indica o período necessário para que o investidor recupere o capital investido, sendo possível mensurar a atratividade do investimento (BONA, 2019).

O cálculo do *payback* consiste em determinar o ponto de equilíbrio do investimento, o momento exato em que o eixo das receitas cruza o eixo dos custos. Basicamente ele relaciona o rendimento que o investimento trará, com o valor investido, ambas em unidades monetárias (FARMELHOR, 2020).

Embora existam dois tipos de *payback*, o simples e o descontado, o comumente utilizado é o *payback* simples, pois o mesmo se resume em apontar, de maneira mais simples, o tempo necessário para retorno do investimento sem considerar a variação monetária dentro do período (BRUNI; FAMÁ, 2003).

Basicamente o cálculo do *payback* simples se resume e dividir o valor total do investimento, pelo valor de retorno que o mesmo trará dentro de um determinado período, seja esse mensal ou anual.

Segundo Bruni e Famá (2003), as principais vantagens que o *payback* simples apresenta é a fácil aplicação e a simples interpretação, além de servir como estimativa de risco e liquidez.

Esse método fornece a dimensão do risco do investimento, onde quanto maior for o tempo necessário para o investimento se pagar, mais arriscado ele é. Dessa forma, é possível visualizar se o tempo para que isso aconteça é maior ou menor que o tempo tolerável para recuperação de capital (BONA, 2019).

O tempo de tolerância para recuperação de capital varia de acordo com a política estabelecida em cada companhia, e é determinada através da experiência que a empresa possui com outros investimentos.

Destaca-se que o retorno do investimento, seja ele calculado mensalmente ou anualmente, muitas vezes não acontece de forma invariável, visto que o mesmo pode envolver um grande número de variáveis, logo aconselha-se estimar um valor intermediário para os rendimentos dentro do período considerado (CAMARGO, 2016).

### **2.2.2 Análise de risco**

A análise de risco sempre foi uma preocupação constante no ramo empresarial, tendo em vista que nenhuma organização pode assumir um risco que não possa custear caso aconteça algum imprevisto que afete o negócio. Dessa forma, conhecer os tipos de riscos associados e idealiza-los é necessário para evitar situações adversas no futuro (ANTONIK, 2004).

Essa análise avalia as casualidades que podem ocorrer nas operações financeiras realizadas pela empresa, relacionando os imprevistos e incertezas que vão desde a gestão do fluxo de caixa até a alocação dos recursos investidos. Ela tem como objetivo auxiliar na tomada de decisão da companhia, buscando prever os riscos

indesejáveis e minimizar os impactos financeiros sobre as operações da empresa (MAIS RETORNO, 2020).

O risco está associado diretamente com as finanças, sendo sinônimo de insegurança quando se fala de um projeto de investimento. Se ao comparar diferentes investimentos, um apresentar maior variação de retorno, esse provavelmente possui o maior risco. Logo, quanto maior o grau de incerteza maior é o risco inerente a essa operação (PEREIRA, 2006).

Os riscos estão atrelados a diversos fatores, podendo ser políticos, econômicos ou naturais, e acaba afetando de forma direta ou indireta os investimentos, o nível de atividade econômica, inflação, câmbio, demanda e até mesmo ocasionando variações no fluxo de caixa da empresa (ANTONIK, 2004).

A análise de risco de determinado investimento é realizada considerando o grau de exposição da empresa em determinados riscos. E normalmente combina a probabilidade de ele ocorrer com as perdas financeiras que ele pode gerar. Logo se deve ter ciência de quais riscos à empresa esta exposta, de modo a avaliar quais são toleráveis e quais colocam em risco as finanças da companhia (TCHILIAN, 2019).

Dentre os diversos tipos de riscos que cercam um investimento, cabe a cada empresa identificar quais são relevantes para o seu negócio, e quais devem ser considerados em uma tomada de decisão. Ficando a juízo da mesma avalia-los e prevê-los de forma particular, considerando o cenário em que a empresa está inserida e ponderando entre risco e o equilíbrio de suas operações.

### **2.2.3 Outliers**

São valores que apresentam um padrão diferente dos demais dados dentro de uma amostra. São valores que fogem da normalidade, e acabam não representando a realidade estudada, sendo identificados como pontos fora da curva que podem causar distorções nos resultados obtidos (LIMA et al., 2018).

Segundo Costa (2020), umas das formas mais comumente utilizadas para identificação dos “pontos fora da curva” é através da divisão, em quatro partes iguais, do conjunto de dados relacionados, onde essa divisão recebe o nome de quartil. A metodologia baseia-se inicialmente em calcular a média aritmética do conjunto de dados, posteriormente calcula-se o primeiro e o terceiro quartil englobando todos os dados da amostra. Essa forma de cálculo simplifica-se através da utilização de uma

planilha eletrônica, devido ao fato dessa ferramenta já possuir as fórmulas de quartil prontas para utilização.

Posteriormente determina-se a diferença entre o terceiro e o primeiro quartil, a fim de obter-se a amplitude interquartil. Dessa forma é possível estabelecer o limite inferior (Equação 1) e limite superior (Equação 2) referente ao conjunto de dados (COSTA, 2020).

$$LI = Mcd - 1.5 IQR \quad (1)$$

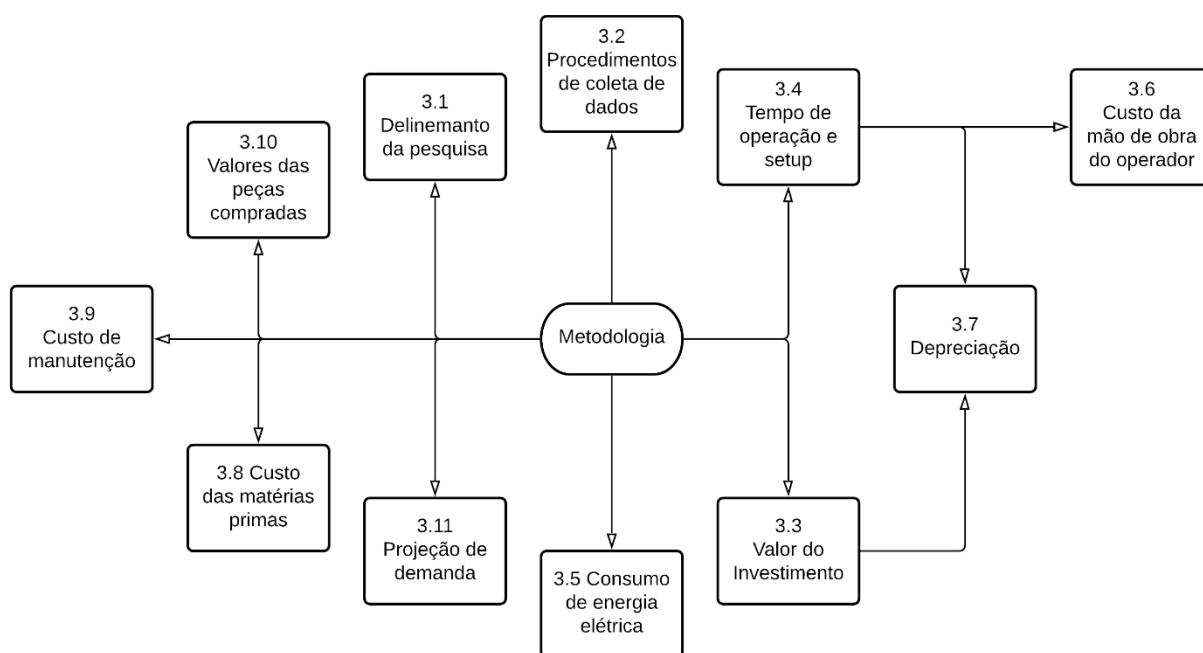
$$LS = Mcd + 1.5 IQR \quad (2)$$

Valores de amostras abaixo do limite inferior e acima do limite superior são caracterizados como outliers. Esses por sua vez podem ser eliminados da amostra, com o objetivo de que seja refeito o cálculo da média sem que a mesma sofra interferência proveniente desses pontos (COSTA, 2020).

### 3 METODOLOGIA

Com o objetivo de facilitar o entendimento do leitor, explicitar o fluxo de informações abordadas na metodologia, bem como suas interligações, desenvolveu-se o fluxograma a seguir.

Figura 9 – Fluxograma da metodologia



Fonte: O autor (2021).

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O presente trabalho busca, de forma direta e objetiva, caracterizar um estudo de caso e verificar sua viabilidade econômica, retratando uma forma de abordagem quantitativa, qualitativa e descritiva.

Para Yin (2001), o estudo de caso é uma estratégia muito utilizada para investigar acontecimentos atuais, e utiliza-se de observações e análises diretas para avaliar a situação em questão. O destaque desse estudo é a capacidade de ponderar uma grande quantidade de situações, documentos e observações, abrangendo, dessa forma, todos os detalhes relevantes à coleta e análise de dados.

O estudo de caso surge do objetivo de entender os acontecimentos sociais relevantes, possibilitando que os interessados atenham-se ao problema em estudo e

busquem sua compreensão. Esse estudo compreende perspectivas e situações reais presentes dentro de grupos e organizações, com o intuito de entender a lógica de funcionamento, realizar a coleta de informações e a análise de dados (YIN, 2015).

Em relação à pesquisa quantitativa, Knechtel (2014) afirma que esse é um estudo realizado sobre um problema humano ou social, e que se utiliza de variáveis momentâneas, quantificadas numericamente, para determinar situações e considerações futuras. Seu objetivo é através da experimentação, avaliação e controle, quantificar os dados a fim de validar ou não a teoria proposta.

Por sua vez a pesquisa qualitativa busca entender as circunstâncias e o contexto no qual o estudo em questão está inserido. Dessa forma a coleta de informações realiza-se através de observações e entrevistas, com o objetivo de considerar a perspectiva das pessoas inseridas no contexto em estudo, e seus diferentes pontos de vista (GODOY, 1995).

Segundo Guaresi (2018), a pesquisa torna-se qualitativa de fato, quando a coleta de informações ocorre através de entrevistas com os gestores da companhia, orçamentos com fornecedores e diálogos com os diferentes setores da empresa.

Por fim à pesquisa descritiva tem como objetivo retratar a realidade e as características que cercam determinado assunto, a fim de que se possa retratar, de forma fiel, todos os detalhes envolvidos. Basicamente, ela busca descrever determinada situação detalhadamente, de modo a abranger as características de um determinado assunto ou contexto. (TONETTO; BRUST-RENCK; STEIN, 2014).

### 3.2 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados deu-se de forma prática através dos diferentes meios de comunicação e armazenamento de dados disponíveis. Utilizou-se documentos arquivados da empresa Plaxmetal para aquisição de informações relevantes a análise de viabilidade, os quais envolveram composições, detalhamentos técnicos referentes à linha de poltronas Esibire, além de consultas ao sistema integrado da empresa, com o objetivo de obter o histórico de peças demandado nos últimos anos.

Com o objetivo de agregar mais entendimento ao assunto, coletar dados e compreender a melhor forma de mensura-los, utilizou-se do diálogo e da troca de informações com os diferentes gestores, funcionários e setores da empresa, tais como recursos humanos, compras, vendas, contabilidade, pesquisa e desenvolvimento,

manutenção e o setor de planejamento e controle de produção. Além disso, sempre que necessário, consultou-se os próprios sócios proprietários da empresa.

Foram realizadas também pesquisas em plataformas digitais, com objetivo identificar possíveis empresas fornecedoras dos equipamentos, além de aplicativos de trocas de mensagens e comunicação para contatar os possíveis fornecedores e de fato realizar a troca de informações. Destaca-se que para fins de formalização e registro foi utilizado o e-mail institucional, além de planilhas eletrônicas para armazenar e comparar as informações.

De modo geral o procedimento de coleta de dados ocorreu de forma quantitativa, pois se utilizou de dados numéricos atrelados a diferentes unidades de medida, e de forma qualitativa, os quais possibilitaram melhor compreensão dos dados relacionados. Todos esses, por sua vez, foram relevantes para o desenvolvimento do estudo, e suas validações ocorrem através de consultas com os diferentes setores e gestores que a pesquisa envolveu.

### 3.3 VALOR DO INVESTIMENTO

Inicialmente realizou-se uma análise utilizando a estrutura de produto e os descritivos técnicos das poltronas Esibire, para identificar quais peças, atualmente compradas, possuíam características dimensionais aptas a serem obtidas através do processo de usinagem. Com essas informações identificou-se juntamente com o setor de planejamento e controle de produção e a utilização do sistema integrado da empresa, todo o histórico de consumo das peças desde a criação do produto até os dias atuais.

Posteriormente, realizou-se através de uma pesquisa digital o levantamento das empresas que comercializam esse tipo de equipamento. Entrou-se em contato com elas de modo a expor a situação e solicitar uma proposta de fornecimento. Os desenhos técnicos das peças foram enviados às empresas para que elas os analisassem e indicassem o equipamento disponível que atenderia as fabricações. Destaca-se que a restrição imposta aos possíveis fornecedores, foi de que interessava apenas um equipamento que atendesse a fabricação total de todas as peças.

Por fim, com as análises e propostas das diferentes empresas, partiu-se para a identificação daquela que agregou os requisitos de fabricação e o orçamento mais atraente.



### 3.4 TEMPO DE OPERAÇÃO E SETUP

Iniciou-se essa etapa da análise com o objetivo de estimar a quantidade média de cada peça que será consumida mensalmente, e para isso utilizou-se como referência a quantidade consumida nos últimos 12 meses, com o intuito de abranger uma boa base referencial, para de fato chegar a um valor real e representativo do último período.

Esses quantitativos foram relacionados em uma planilha eletrônica onde foram aplicados a eles o cálculo da média aritmética simples e do seu respectivo desvio padrão médio, tudo isso com o intuito de chegar-se a um valor que se representa o consumo médio mensal de cada peça.

Posteriormente, solicitou-se então a empresa fornecedora para que realizasse as simulações de usinagem, com o objetivo de chegar-se aos tempos médios de produção e setup de equipamento para cada peça.

Com todas essas informações em mãos, foi possível, com o auxílio de uma planilha eletrônica, chegar ao tempo mensal de usinagem por peça e conseqüentemente ao tempo total de produção mensal.

### 3.5 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Para essa etapa do estudo consultou-se primeiramente o setor contábil da Plaxmetal, com objetivo de entender como funciona o fornecimento da energia elétrica na empresa, conhecer a atual concessionária fornecedora e mensurar os valores praticados pela mesma.

Posteriormente, consultou-se a empresa fornecedora, com o objetivo de identificar a quantidade de energia consumida pelo equipamento durante sua utilização. Com essas informações foi possível chegar ao custo da energia consumida por hora pelo equipamento.

### 3.6 CUSTO DA MÃO DE OBRA DO OPERADOR

Inicialmente buscou-se entender a forma de trabalho praticada na Plaxmetal, bem como identificar a quantidade de funcionários atrelados a equipamentos de

usinagem similares a esse em estudo. Buscou-se, juntamente com a empresa fornecedora do equipamento, mensurar a quantidade de funcionários necessária para atender a programação e a operação do mesmo em níveis satisfatórios de produção.

Consultou-se o setor de recursos humanos da Plaxmetal, com objetivo de chegar ao valor salarial médio praticado pela empresa, bem como os encargos sociais atrelados a folha salarial, para um operador com experiência que atua em um equipamento similar internamente na empresa. Dessa forma foi possível chegar a um custo por hora referente ao operador.

### 3.7 DEPRECIAÇÃO

Essa análise iniciou-se através do contato com a empresa fornecedora, com o objetivo de solicitar informações pertinentes à durabilidade e vida útil de seus equipamentos, bem como o período econômico dos mesmos.

Com o valor do equipamento já estabelecido anteriormente, sua vida econômica e o período total de produção mensal, calculou-se a depreciação linear do mesmo, com objetivo de se chegar a um custo por hora atrelado à depreciação.

### 3.8 CUSTO DAS MATÉRIAS PRIMAS

Os custos referentes aos materiais utilizados foi obtido através do setor de compras e em conjunto com a empresa fornecedora do equipamento. Vale destacar que foram considerados apenas os materiais que estão diretamente ligados ao processo de fabricação das peças, bem como os insumos utilizados para manutenção do equipamento.

Essa análise teve início com a avaliação dimensional das peças, bem como a identificação das matérias primas utilizadas por cada uma delas. Em posse dessas informações, solicitou-se ao setor de compras da Plaxmetal, a cotação das diferentes matérias primas, para os diferentes diâmetros das peças.

Com o retorno dessas informações, desenvolveu-se uma planilha eletrônica com as informações pertinentes a geometria da peça, destacando-se seus diâmetros externos e seus comprimentos. Nela calculou-se ainda o volume de cada peça bruta, seu respectivo peso, bem como o custo de cada peça bruta proveniente do aço utilizado.

Posteriormente, em conversa com a empresa fornecedora do equipamento, identificou-se os insumos mais significantes consumidos durante o processo produtivo e apontados como essenciais, bem como seus respectivos quantitativos utilizados pelo equipamento, seus períodos de duração e seus valores aproximados.

Dessa forma, foi possível chegar a um custo por hora referente aos insumos mais relevantes do processo.

### 3.9 CUSTO DE MANUTENÇÃO

Com o objetivo de identificar a quantidade de tempo mensal destinada a manutenção dos equipamentos de usinagem, consultou-se então o gestor responsável pelo setor da manutenção da Plaxmetal, onde foi relatado a ele sobre as considerações do estudo e a aquisição de um novo equipamento. Posteriormente, solicitou-se algumas orientações com relação às considerações que poderiam ser feitas para mensurar o tempo dedicado a manutenção do equipamento.

Em seguida procurou-se o setor de recursos humanos para de fato quantificar o valor médio salarial praticado pela empresa para um técnico de manutenção com experiência. Com a associação de ambas as informações foi possível chegar a um custo por hora referente à manutenção do equipamento.

### 3.10 VALORES DAS PEÇAS COMPRADAS

Os valores das peças atualmente compradas prontas, foram obtidos juntamente com o setor de compras da Plaxmetal, o qual informou o preço de cada peça e os impostos incidentes.

Posteriormente, bastou-se deduzir os impostos atrelados para chegar ao custo líquido de cada peça.

### 3.11 PROJEÇÃO DE DEMANDA

Para projetar a demanda de consumo das peças para o ano seguinte, utilizou-se como parâmetro a média de consumo mensal dos últimos três anos, bem como a projeção de crescimento estimada pelo setor de vendas, considerando a média mensal do último ano, para o produto.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 VALOR DO INVESTIMENTO

Através da análise, utilizando a estrutura de produto e os descritivos técnicos da linha Esibire, foram identificadas um total de onze peças. Seus desenhos técnicos podem ser visualizados nos Anexos - A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e K.

Todo o histórico de consumo relativo a cada uma dessas peças, bem como o resultado do consumo total dentro de cada ano e sua respectiva média mensal, foi relacionado em uma planilha eletrônica e estão disponíveis no Apêndice - A.

Posteriormente, a pesquisa referente aos fornecedores do equipamento resultou em cinco possíveis empresas. Após o retorno das análises realizadas por essas, construiu-se uma planilha eletrônica com o intuito de visualizar e avaliar as opções de equipamento, e seus respectivos orçamentos. Essa planilha está disponível no Apêndice - B.

Constatou-se então que a empresa B foi a que melhor uniu os requisitos de fabricação e o orçamento mais atraente. Esta empresa encontra-se atualmente localizada na região sudeste do país, e o preço de seu equipamento atualmente (mai/21) ficou em R\$810.432,00. Destaca-se que na aquisição do equipamento a Plaxmetal toma crédito de alguns impostos incidentes sobre o produto, o que reduz o preço final da compra. Os impostos incidentes são ICMS que corresponde a 9,5%, PIS correspondente a 1,65%, e COFINS correspondente á 7,6% do valor total do equipamento. Descontando os respectivos créditos incidentes, chega-se á um valor de aquisição de R\$666.517,41.

Destaca-se que conforme tratativa comercial, os custos referentes a despesas com treinamento em operação e programação, entrega técnica e transporte, serão por conta do fornecedor.

### 4.2 TEMPO DE OPERAÇÃO E SETUP

Os resultados dos cálculos provenientes do desvio padrão, realizado sobre o consumo das peças nos últimos 12 meses, resultaram em um valor muito elevado quando comparado ao valor da média do mesmo período, dessa forma, mesmo sabendo que há uma grande oscilação no consumo mensal, optou-se por realizar a

análise de outliers sobre esse período, com objetivo de descobrir se algum dos consumos mensais encontrava-se “fora da curva” e de fato não representava a realidade de consumo.

Com isso, aplicou-se esse método para todas as peças a fim de verificar a veracidade das quantidades consumidas. Para as peças que possuíam algum outlier, foi refeito o cálculo do consumo médio, desconsiderando o consumo identificado como “fora da curva”. Todo esse desenvolvimento resultou em uma quantidade média de consumo mensal para cada peça, a qual é utilizada no decorrer do trabalho. Todas essas informações deram origem ao Apêndice - C.

Posteriormente, a empresa fornecedora disponibilizou os tempos médio de produção e setup aproximados para cada peça, destacando que utilizaram como referência barras trefiladas de 1 metro de comprimento. Juntamente a isso, a empresa forneceu o quantitativo de peças que poderiam ser fabricadas a partir dessa barra, destacando que o tempo médio consumido pelo operador para fazer a troca da barra no equipamento, quando necessário, é de aproximadamente 45 segundos, período esse já incluso no tempo médio de usinagem de cada peça. O tempo médio de setup do equipamento informado pela empresa fornecedora foi de aproximadamente 30 minutos para cada modelo de peça.

Com essas informações, desenvolveu-se o Apêndice – D, com o objetivo de determinar o tempo-padrão de usinagem para cada peça, considerando todas as variáveis envolvidas.

Nele foram relacionadas informações como descrição das peças, códigos, seus respectivos tempos médios de setup, tempos médios de usinagem e suas quantidades médias consumidas mensalmente. Destaca-se que para as quantidades médias consumidas resultantes em números decimais, utilizou-se o primeiro número inteiro superior.

Com o objetivo de otimizar o tempo considerou-se que será realizado apenas uma vez o setup para a fabricação da quantidade média consumida mensalmente de cada peça. Diante disso, o cálculo do tempo-padrão de usinagem para cada peça deu-se através da divisão do tempo de setup pela quantidade média consumida, mais a soma do tempo médio de usinagem de cada peça.

Foi estipulado, através do consumo médio mensal e do tempo-padrão de usinagem de cada peça, o tempo mensal de usinagem por peça. Logo, para fabricação de todas as peças observou-se que seriam necessários aproximadamente 154 horas

mensais, o que, considerando que a carga horária diária na empresa é de 8,83 horas, totalizam em 17,44 dias. Logo, nota-se que será necessário trabalhar com um estoque mínimo mensal.

#### 4.3 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Em consulta com o setor Contábil da Plaxmetal, verificou-se que toda energia elétrica utilizada na empresa é proveniente de um acordo realizado com a COMERC, sendo que a RGE apenas faz o transporte da energia até a empresa. O valor médio praticado atualmente é de R\$0,62 o quilowatt, sendo que 20% deste é proveniente da RGE e 80% proveniente da COMERC.

Sabe-se que incidem impostos sobre esse valor e que podem ser ressarcidos a empresa Plaxmetal, sendo 17,5% de ICMS, que incidem sobre os 20% do valor proveniente da RGE e 12% de ICMS que incidem sobre os 80% do valor provenientes da COMERC. Totaliza-se dessa forma um custo líquido de R\$0,538 o quilowatt.

Por sua vez, a empresa fornecedora do torno CNC informou que há variações no consumo de energia devido à alteração da geometria das peças e os parâmetros de usinagem impostos, mas que de forma geral, é coerente utilizar um consumo médio por hora de 4,8 quilowatt. Dessa forma constitui-se um custo médio de energia por hora do equipamento em operação de R\$2,582.

#### 4.4 CUSTO DA MÃO DE OBRA DO OPERADOR

Em conversa com a empresa fornecedora do equipamento e através do modo de trabalho praticado atualmente na Plaxmetal, no qual cada funcionário é dedicado exclusivamente apenas a um equipamento de usinagem, concluiu-se que apenas um funcionário será o suficiente para programar e operar o equipamento. Dessa forma, foram previstos gastos mensais com a contratação de um novo funcionário.

Atualmente todos os setores da empresa que envolvem esse tipo de operação trabalham apenas um turno por dia, totalizando entre os períodos da manhã e tarde, 8 horas e 50 minutos. Essa rotina é praticada de segunda a sexta-feira, totalizando uma média mensal de aproximadamente 21 dias úteis, porém diluiu-se o custo do operador apenas nas 154 horas mensais as quais o mesmo estará efetivamente empenhado na operação.

Tendo isso em vista, calculou-se o custo hora do operador considerando apenas as horas efetivamente trabalhadas. Dessa forma foi constatado que o salário líquido, por hora trabalhada, ficou em torno de R\$20,78. Sabe-se que incidem encargos e benefícios sobre a folha de pagamento, destacando-se entre eles INSS, FGTS, 13º salário e férias. Esses encargos acabam representando um total de aproximadamente 69,7% do valor líquido. Dessa forma totaliza-se o custo do funcionário em aproximadamente R\$35,26 por hora trabalhada.

Despesas que são subsidiadas pela empresa como o custeio parcial de almoço e total de transporte, representam um valor praticamente irrelevante, além de não haver uma constância de utilização por parte dos funcionários, e por isso não foram consideradas no cálculo do custo por hora do funcionário.

#### 4.5 DEPRECIAÇÃO

A empresa fornecedora informou que embora a empresa possua uma estrutura extremamente robusta para atender ao mercado de reposição, possibilitando dessa forma que suas máquinas permanecem em pleno funcionamento e com os mesmos níveis de fornecimento de serviços após 20, 25 anos de funcionamento, utilizam como vida útil de seus equipamentos, para fins de depreciação, o período de 10 anos.

Dessa forma calculou-se a depreciação linear do equipamento a partir da divisão do seu custo, já descontado os impostos, que é de R\$666.517,41, pelo período estimado de sua vida útil, de 10 anos. Através desse cálculo chegou-se em um valor anual de depreciação de R\$66.651,741. Diluindo esse valor pelos 12 meses do ano, e às 154 horas mensais, chega-se a um custo por hora de R\$36,06.

Salienta-se também que para esse cálculo não se considerou que a máquina terá um valor residual após o fim de sua vida útil, mas apenas o tempo de sua utilização econômica.

#### 4.6 CUSTO DAS MATÉRIAS PRIMAS

Em retorno das cotações das diferentes matérias primas, o setor de compras da Plaxmetal, informou que devido o grande volume de compras que a empresa possui mensalmente, seria possível comprar as barras de aço trefilado com os devidos diâmetros necessários, e que embora a composição do aço em cada peça varia, não

representava alterações significativas no valor de compra. O gestor informou ainda que o preço médio de compra praticado atualmente para as barras de aço trefilado é de R\$13,91 por quilograma. Sabe-se que há impostos que incidem sobre esse valor, e que podem ser recuperáveis pela empresa, são eles 12% de ICMS e 9,25% de PIS e COFINS. Isso resulta em um custo de aquisição líquido por quilograma de R\$11,11.

Comparando o peso bruto calculado, com o peso da peça comprada já usinada, peso esse informado pelo setor de pesquisa e desenvolvimento, evidenciou-se que a perda de material era significativa, com isso optou-se por considerar a venda dos refugos do processo de usinagem.

Novamente contatou-se o setor de compras, onde o mesmo informou que o preço de venda praticado para esse material ficava em média de R\$0,10 o quilograma. Esse preço justifica-se pelo fato do material gerado ser praticamente limalha e por ser um material contaminado com fluido refrigerante. Embora a consideração da venda do refugo tenha um resultado pouco significativo, a mesma foi considerada no cálculo do custo da matéria prima. Todas essas informações estão relacionadas no Apêndice - E.

Salienta-se que os comprimentos das peças, relacionados nesse Apêndice, encontram-se maiores, devido ao fato de ter sido considerado as perdas processuais referentes à usinagem. Essa perda foi determinada considerando a utilização de uma barra de 1 metro de comprimento.

A quantificação dos insumos identificados juntamente com o fabricante, iniciou-se pelo óleo lubrificante, utilizado para lubrificação de fusos, guias, mancais, entre outros. Foi informado que o equipamento orçado possui capacidade de armazenamento de 3 litros de óleo, e que sua duração é em média de 50 horas contadas apenas com o equipamento em funcionamento. O fornecedor informou ainda que o valor médio do litro de óleo, que possui as especificações indicadas para esse equipamento, fica em torno de R\$25,00. Considerando o custo do óleo e sua durabilidade, chega-se a um valor médio de R\$1,50 por hora, contadas com a máquina em funcionamento.

Posteriormente, considerou-se o custo referente ao óleo hidráulico utilizado no equipamento. Foi informado que a máquina possui um reservatório para essa finalidade de 41 litros, e que a substituição do mesmo deve ocorrer em um período médio de 4000 horas trabalhadas. Foi informado também que o valor médio do óleo hidráulico específico para o equipamento é comercializado com valor médio de



R\$25,00. Considerando essas informações chega-se a um custo médio de R\$0,256 por hora, contadas com a máquina em funcionamento.

Por fim, considerou-se o custo devido ao consumo da ferramenta de corte, a qual foi informada pela empresa fornecedora que a ferramenta compatível com esse equipamento possui um custo aproximado de R\$35,00, e uma durabilidade, considerando todas as arestas de corte disponíveis, de aproximada de 120 minutos de corte contínuo. Dessa forma chega-se a um custo de R\$17,50 por hora de utilização da ferramenta.

A empresa fornecedora informou também que os tempos inativos, provenientes da troca de ferramenta, tempo de aproximação na peça e devido ao fato de ter sido considerado o tempo da substituição das barras no tempo médio de usinagem, correspondem a aproximadamente 10% do desse período, os quais devem ser desconsiderados para estimativa do consumo da ferramenta.

Dessa forma, estimaram-se os tempos ativos de usinagem, conforme as orientações passadas pelo fabricante, bem como estipulou-se o custo referente ao consumo da ferramenta para cada peça. Todas essas informações estão relacionadas no Apêndice - F.

#### 4.7 CUSTO DE MANUTENÇÃO

O gestor da manutenção ressaltou que embora o equipamento adquirido seja novo, é necessário acompanhá-lo de perto com relação às manutenções preventivas, e que conseqüentemente com o decorrer dos anos o mesmo necessitará de uma maior quantidade de horas destinadas à sua manutenção.

O gestor apontou ainda que é seguro dizer que em média, para equipamentos similares a esse do estudo, são gastos um total de 2 horas mensais referentes à manutenção dos mesmos, ou seja, esse é o período médio total em que um técnico fica por mês realizando a manutenção em equipamentos similares a esse. O mesmo destacou ainda que a manutenção propriamente dita para esses equipamentos estão atreladas a procedimentos básicos, tais como, limpeza do equipamento, verificação no nível do fluido lubrificante, verificação do nível do fluido de corte e acompanhamento do desgaste da ferramenta.

Em consulta com o setor de recursos humanos, contatou-se que o valor médio líquido por hora trabalhada, praticado para um técnico da manutenção, ficou em

aproximadamente R\$18,62. Já conhecendo os encargos e benefícios incidentes sobre a folha de pagamento, totaliza-se um valor médio de R\$31,60 por hora trabalhada.

Destaca-se que para o cálculo do valor hora do técnico de manutenção considerou-se uma média de 21 dias úteis trabalhados no mês e 8,83 horas diárias, visto que não será necessário contratar um funcionário específico para o equipamento.

#### 4.8 VALORES DAS PEÇAS COMPRADAS

O setor de compras da Plaxmetal, informou que o preço de cada peça se mantém igual independente da quantidade comprada mensalmente. Juntamente a isso, informou o preço de cada uma e os impostos incidentes, sendo 3,10% de ICMS e 9,25% de PIS e COFINS, dessa forma, levantou-se os custos líquidos das peças compradas conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Custo Líquido das Peças

ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	CUSTO (R\$)
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	5,89
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	4,96
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	4,90
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	1,31
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	3,18
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	1,70
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	1,33
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	0,51
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	0,51
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	0,47
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	4,82

Fonte: O autor (2021).

#### 4.9 PROJEÇÃO DE DEMANDA

Utilizou-se dos dados contidos no Apêndice – A, para relacionar o consumo mensal de cada peça compreendido dentro dos períodos de maio de 2021 à junho de 2020, que compreende o terceiro ano de fabricação, maio de 2020 à junho de 2019,

que compreende o segundo ano, e maio de 2019 à junho de 2018, que compreende o primeiro ano.

Tendo essas informações como preceito calculou-se as respectivas médias mensais de consumo dentro de cada período indicado (Tabela 4).

Tabela 4 – Projeção de Demanda

Item	Descrição	Código	Consumo mensal médio 1º ano (un)	Consumo mensal médio 2º ano (un)	Consumo mensal médio 3º ano (un)	Projeção de demanda para o próximo ano (un)
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	324	578	337	354
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	327	566	316	332
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	427	628	266	280
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	776	1140	708	743
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	415	550	338	355
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	351	586	340	357
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	322	572	331	347
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	841	1103	683	717
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	841	1103	683	717
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	727	1161	677	710
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	4	3	4	4

Fonte: O autor (2021).

Visualizou-se então que houve um aumento de consumo médio significativo das peças do primeiro ano de fabricação para o segundo ano, e que embora a esse aumento varie de forma irregular de um item para outro, foram identificados um aumento de demanda de no mínimo 30% em todas as peças.

Destaca-se que o item 11, ao contrário dos demais, teve uma redução no consumo, e isso se explica devido à peculiaridade que o mesmo possui, visto que esse item é utilizado apenas para poltronas que possuem prancheta lado esquerdo, destinadas a pessoas canhotas. Dessa forma, o mesmo não possui uma linearidade em seu consumo, visto que são raros os clientes que costumam adquirir a poltrona com essa característica.

Comparando o segundo com o terceiro ano de fabricação, conclui-se que houve uma retração nas vendas das poltronas e conseqüentemente na demanda de peças. Isso se justifica devido ao início da pandemia que ocorreu nos primeiros meses de 2020, o que ocasionou o fechamento do comércio em muitas regiões, redução da carga horária de trabalho e conseqüentemente preocupações econômicas mundiais.

Mesmo diante do cenário econômico atual, nota-se que as demandas dos meses de fevereiro, março, abril e maio de 2021, dados esses contidos no apêndice – A, apontam uma reconstrução da estabilidade de consumo das peças. Isso no setor de vendas da Plaxmetal é visto com bons olhos, e está sendo interpretado como o início do retorno gradual das vendas.

Tendo isso em vista, e mantendo os pés no chão, o setor de vendas da empresa informou que está trabalhando com uma projeção de aumento de 5% na demanda das poltronas, e conseqüentemente das peças, para o ano seguinte, tomando como base a média mensal do último ano. O quantitativo projetado para o próximo ano também pode ser visualizado na tabela 4.

#### 4.10 RESULTADO FINAL

Com o objetivo de determinar a viabilidade econômica de investir em um torno automático CNC, foram agrupadas todas variáveis consideradas no decorrer deste trabalho, com a finalidade de chegar-se ao custo de produção de cada peça, caso o equipamento fosse adquirido, para posterior comparação deste com o custo de compra atual de cada peça.

Dessa forma, todas as informações pertinentes à formação do custo de fabricação de cada peça foram colocadas no Apêndice – G, a qual foi utilizada para calcular o custo final de fabricação.

Destaca-se que os custos encontrados em função do tempo foram atrelados ao tempo-padrão de usinagem, com o objetivo de determinar o custo dessa variável em

função do tempo consumido para fabricação de cada peça. Custos já apresentados de maneira discriminada, como o custo do aço e o custo da ferramenta de corte, foram considerados de forma unitária, visto que estes já haviam sido determinados para cada peça no decorrer do trabalho.

Salienta-se que o custo decorrente da manutenção foi considerado de maneira diferente que os demais, visto que será gasto 2 horas mensais de manutenção para fabricação de todas as peças. Dessa forma, diluiu-se em partes iguais, o custo das duas horas provenientes da manutenção, pelo somatório do consumo médio mensal de todas as peças, totalizando um custo médio de R\$0,0138 por peça.

Somando-se todas as variáveis consideradas, chegou-se ao custo total unitário de fabricação para cada peça. Através da tabela 5, comparou-se o custo de fabricação com o custo de compra atual de cada peça.

Tabela 5 - Comparativo de Custos 1

ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	CUSTO TOTAL DE FABRICAÇÃO (R\$)	CUSTO DE COMPRA (R\$)
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	14,65	5,89
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	7,85	4,96
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	6,07	4,90
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec.	38655	8,02	1,31
5	Esibire - Eixo do Mec.	38651	3,50	3,18
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	1,98	1,70
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	1,53	1,33
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec.	38653	0,97	0,51
9	Esibire - Eixo Articulável do Mec.	38654	0,94	0,51
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	1,71	0,47
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	33,45	4,82

Fonte: O autor (2021).

Nota-se que a maioria das peças tiveram um custo de fabricação muito elevado quando comparado ao custo de compra atual, isso fez surgir a dúvida sobre a coerência das variáveis utilizadas na construção do custo de fabricação, bem como no método de determinação de custo utilizado pelo atual fornecedor.

Dessa forma, optou-se por identificar quais variáveis, que compunham a análise, possuíam maior relevância na determinação do custo final, com o objetivo de determinar se alguma medida poderia ser tomada com relação a elas para “melhorar” o custo final de fabricação. Com isso, identificou-se que as componentes que mais impactam o custo final de fabricação são o custo de mão de obra do operador, depreciação e o custo do aço.

Sabe-se que o custo do aço é uma variável a qual, atualmente, encontra-se muito valorizada e em consecutivos aumentos de preço, tendo isso vista e a realidade econômica atual, torna-se impraticável reduzir o valor de compra dessa matéria prima juntamente com o fornecedor.

De forma similar, é impraticável alterar o custo de mão de obra do operador, tendo em vista que a Plaxmetal atualmente possui como padrão operacional, em processos que utilizam equipamentos de usinagem, um operador por equipamento. Entende-se também que o custo salarial do operador deve permanecer inalterado, visto que o salário considerado no estudo e informado pelo setor de recursos humanos, já representa a média salarial praticada, além de que o mesmo terá que possuir experiência, estar capacitado e apto a comandar um equipamento desse valor.

A depreciação por sua vez, é uma variável que pode ser considerada de forma diferente, embora a forma considerada seja a adequada e a praticada pela empresa, sabe-se que o equipamento terá um valor residual após 10 anos.

Dessa forma, criou-se um segundo cenário hipotético, onde simulou-se uma segunda situação considerando novamente a depreciação linear, também dentro do período econômico do equipamento de 10 anos, porém dessa vez com um valor residual ao final desse período.

Com isso, entrou-se em contato novamente com o fornecedor do equipamento, de modo a solicitar um referencial residual do equipamento após esse período. O mesmo informou que, embora seja comum trabalhar com a depreciação do valor total do produto dentro dos 10 anos, devido ao fato do mesmo possuir uma desvalorização mais acentuada nesse período, é seguro dizer que o produto possuirá ainda um valor residual de 50% ao final desse período.

Dessa forma, para verificar a viabilidade nesse segundo cenário, considerou-se que a depreciação dentro dos 10 anos ocorra apenas sobre metade do valor do equipamento. Essa alteração nos cálculos resultou no custo total de fabricação 2, compreendido na Tabela 6.

Tabela 6 – Comparativo de Custos 2

ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	CUSTO TOTAL DE FABRICAÇÃO 2 (R\$)	CUSTO COMPRA (R\$)
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	12,43	5,89
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	6,97	4,96
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	5,36	4,90
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec.	38655	6,57	1,31
5	Esibire - Eixo do Mec.	38651	3,29	3,18
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	1,78	1,70
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	1,38	1,33
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec.	38653	0,82	0,51
9	Esibire - Eixo Articulável do Mec.	38654	0,79	0,51
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	1,49	0,47
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	26,75	4,82

Fonte: O autor (2021).

Visualizou-se então, que embora o custo de fabricação das peças se aproxime um pouco mais do atual custo de compra, ainda assim permanece superior.

Não convencido com o resultado apontado pela análise em ambos os cenários, pensou-se então qual outra variável poderia estar influenciando no processo, de modo a justificar a diferença nos custos encontrados. Dessa forma levantou-se uma hipótese, a qual sugere que o preço de compra das peças prontas praticado atualmente pelo fornecedor poderia estar defasado, e de fato não representado o custo de forma condizente com o cenário econômico atual.

Diante dessa hipótese, buscou-se uma empresa da região que trabalhasse no ramo de usinagem, a fim de solicitar um orçamento de fornecimento das peças em estudo. Após identificação da empresa, entrou-se em contato com a mesma e apresentou-se a necessidade. A empresa solicitou então, os desenhos técnicos das peças bem como o consumo médio mensal de cada uma, alegando serem necessárias essas informações para calcularem os custos e posteriormente disponibilizarem o orçamento das peças prontas.

Depois de alguns dias, essa empresa fez o envio do orçamento com os valores unitário para fornecer essas peças para a Plaxmetal. Ela informou o valor já com os

impostos incidentes deduzidos, conforme solicitado. Montou-se então a tabela 7, com objetivo de comparar o custo de fabricação encontrado inicialmente, o custo de compra do atual fornecedor e o custo de compra orçado com esse segundo possível fornecedor.

Tabela 7 – Comparativo de Custo 3

ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	CUSTO TOTAL DE FABRICAÇÃO (R\$)	CUSTO COMPRA FORNECEDOR ATUAL (R\$)	CUSTO COMPRA 2º FORNECEDOR (R\$)
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	14,65	5,89	18,50
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	6,97	4,96	5,80
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	6,07	4,90	13,80
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec.	38655	8,02	1,31	2,60
5	Esibire - Eixo do Mec.	38651	3,50	3,18	10,00
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	1,98	1,70	3,30
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	1,53	1,33	1,50
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec.	38653	0,97	0,51	1,50
9	Esibire - Eixo Articulável do Mec.	38654	0,94	0,51	1,40
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	1,71	0,47	2,80
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	33,45	4,82	18,50

Fonte: O autor (2021).

Nota-se através da visualização do custo de fabricação da peça 11, que se torna muito caro, e conseqüentemente inviável ligar o equipamento e configurá-lo para produzir apenas 2 peças mensais. Embora no decorrer de todo trabalho considerou-se o consumo e a produção mensal para determinação do custo e orçamentos, acredita-se ser mais coerente calcularmos o custo desta peça sobre seu consumo total médio anual de 24 peças, de modo a diluir o custo e o tempo de setup em uma quantidade maior de peças, a fim de chegar-se ao um custo e cenário mais condizente.

Dessa forma chega-se há um tempo-padrão de usinagem de 513 segundos, somando-se todas as variáveis consideradas chega-se a um custo total de fabricação para essa peça de R\$16,12, informação essa contida no apêndice G.



Diante dos custos apresentados na Tabela 7, e no recálculo do custo da peça 11, evidencia-se que a hipótese levantada pode ser plausível, visto que o custo do atual fornecedor difere muito do custo informado pela segunda possível empresa fornecedora, levando a crer que o valor de venda praticado pelo atual fornecedor possa estar defasado e não representando o cenário econômico atual.

## 5 CONCLUSÃO

Nota-se que em função do valor das peças prontas praticado atualmente pelo fornecedor não é viável para a Plaxmetal adquirir um torno automático CNC apenas para a fabricação dessas peças, e que de fato a aquisição do equipamento não se justifica nessa situação, visto que o custo de fabricação das peças, caso o equipamento fosse adquirido, é superior ao valor de compra atual.

Em contrapartida, através do comparativo dos valores praticados pelo atual fornecedor e pelo segundo possível fornecedor, sugere-se a tendência de que o valor de compra atual esteja defasado, visto que seu valor está bem abaixo do praticado pelo mercado.

Evidenciou-se também que as ponderações realizadas e as variáveis consideradas tendem a linha de pensamento correta, visto que caso o valor de compra das peças prontas estivesse próximo ao valor praticado pelo mercado, a compra do equipamento seria em grande parte atraente, ficando a mercê das análises posteriores a determinação da viabilidade econômica de aquisição.

Uma das contribuições do estudo está atrelada diretamente a estrutura de custos construída, que poderá ser utilizada posteriormente, quando houver uma alteração das variáveis econômicas associadas, para reanálise desse estudo de viabilidade, bem como servir de base para outros estudos de viabilidade que possuem como objetivo a aquisição de equipamentos similares.

Outra colaboração foi o fato de agora a Plaxmetal possuir um custo referencial, não só de fabricação, mas também o praticado pelo mercado, para cada peça, que poderá ser utilizado como parâmetro de controle e argumento de negociação para futuras compras com o atual fornecedor.

Salienta-se também a importância da análise de viabilidade dentro das companhias. Seja para apontar a viabilidade de aquisição de um determinado equipamento e seu consequente retorno financeiro para empresa, ou sua impraticável aquisição.

Por fim, constata-se também que o estudo embasado em informações reais e coerentes permite uma estruturação de custos de forma condizente com o cenário em que a empresa se encontra, de modo a propiciar resultados confiáveis que possam subsidiar a tomada de decisão.

Através desse trabalho sugere-se também a realização de outra pesquisa, a fim de aprimorar ainda mais esse estudo de viabilidade. Pode-se destacar o estudo sobre a possibilidade de implantação, no setor onde esse equipamento ficaria alocado, de um operador multifuncional, de modo que o mesmo opere dois equipamentos diferentes ao mesmo tempo, diluindo seu custo e aumentando sua produtividade.

De forma conjunta sugere-se também realizar um estudo para identificar quais outras peças, além das estudadas, poderiam ser fabricadas internamente nesse equipamento, a fim de aumentar seu período de utilização e diluir seus custos operacionais. Tudo isso com o objetivo de reavaliar sua viabilidade de aquisição.

Destaca-se que devido a análise não se apresentar vantajosa, não se aplicou a análise de payback, nem as futuras considerações de consumo baseadas na projeção de demanda estipulada anteriormente.

## REFERÊNCIAS

A qualidade normativa dos processos de usinagem. **AdNormas**. São Paulo. Mar. 2019. Disponível em: <<https://www.revistaadnormas.com.br/2019/03/05/a-qualidade-normativa-dos-processos-de-usinagem>>. Acesso em: 26 mai. 2021.

Análise de Risco. **Mais Retorno**, 2020. Disponível em: <<https://maisretorno.com/blog/termos/a/analise-de-risco>>. Acesso em: 31 mai. 2021.

ANTONIK, L. R. **Análise de projetos de investimento sob condições de risco**. Revista FAE, Curitiba, v.7, 2004.

ASSIS, W. O. Aplicações de máquinas-ferramenta com prototipagem Rápida e “engenharia reversa”. **Revista Produtos e Serviços**, 2009.

BAPTISTA, E. A; COPPINI, N. L. Otimização de processos de usinagem: uma abordagem para sistemas de fabricação flexível que foi implementada em um sistema baseado na Web. Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação. Anais. Estância de São Pedro: **Anais do Congresso**, 2007.

BAUDIN, M. **Supporting JIT Production with the Best Wage System**. IIE Soluções, 1996.

BLACK, J. T. **Projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1991.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. As Decisões de Investimentos - Com aplicações na HP12C e Excel. São Paulo: **Atlas**, 2003.

BONA, A. **Retorno sobre investimento (ROI): o que é e como calcular?** 2019. Disponível em: <<https://andrebona.com.br/retorno-sobre-investimento-roi-o-que-e-e-comocalcular/#:~:text=Prazo%20do%20Retorno%20de%20Investimento,o%20capita%20o%20que%20investiu>>. Acesso em: 30 mai. 2021.

BULGARELLI, L. H. P.; PORTO, G. Análise da produtividade nas empresas industriais no estado de São Paulo, com base na adoção de estratégias e técnicas de manufatura: um estudo. **Revista Ibero Americana de Estratégia**, 2011.

CAMARGO, R. F. **Como o método Payback pode ajudar na Análise do Tempo de Retorno do Investimento em Projetos**. 2016. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/payback-tempo-de-retorno-do-investimentos/>>. Acesso em: 30 mai. 2021.

CARLO, F. D.; ARLEO, M. A.; BORGIA, O.; TUCCI, M. Layout design for a low capacity manufacturing line: a case study. **International Journal of Engineering Business Management Special Issue on Innovations in Fashion Industry**, 2013.

CHIAVENATO, I. **Administração Científica: Introdução à Teoria Geral da Administração**, 2003.

COLET SISTEMAS. **Layout industrial: análise para maior eficiência e produtividade**. 2019. Disponível em: < <https://coletsistemas.com.br/layout-industrial-analise-para-maior-eficiencia-e-produtividade/>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CONTADOR, J. C. Produtividade fabril I - método para rápido aumento da produtividade fabril. **Gestão & Produção**, 1994.

CONTADOR, J. C. Produtividade fabril II - método para rápido aumento da produtividade fabril: redução de esperas dentro do ciclo da operação. **Gestão Produção**, 1995.

COSTA, E. S.; SANTOS, J. **Disciplina: Processos de usinagem**. Divinópolis, MG. 2006.

COSTA, J. Outliers: Achar os Pontos Fora da Curva. **Movile**, 2020. Disponível em: <<https://movile.blog/outliers-achar-os-pontos-fora-da-curva/>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

CRUZ, J. M. **Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos**. Juiz de fora, MG, 2008.

DALEFFE, A.; MARQUES, C. R. M. Análise e desenvolvimento de software gerenciador de programas CNC em indústria metalúrgica. **Revista Ferramental**, 2018. Disponível em: < <https://www.revistaferramental.com.br/?cod=artigo/analise-desenvolvimento-software-gerenciador-programas-cnc-industria-metalurgica/#:%7E:text=E2%80%A6>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

DAMER, B.; SILVA, J. R.; JUNIOR, V. G. Implantação da melhoria de ganho de produtividade em uma empresa automobilística. **Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR**, 2013.

DISPOFIX: Ferramentas de Fixação. Disponível em: < [//goo.gl/LeROm1](https://goo.gl/LeROm1)>. Acesso em: 7 jun. 2021.

DRIRA, A.; PIERREVAL, H.; HAJRI-GABOUJ, S. Facility layout problems: A survey. **Annual Reviews in Control**, 2007.

FARMEHOR. **Retorno de investimento: você sabe o que é e quanto tempo demora para acontecer?** São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.farmehor.com.br/materia/retorno-de-investimento-o-que-e->>. Acesso em: 30 mai. 2021.

FILHO, S. A. B. **A Polivalência como Ferramenta para a Produtividade**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

FILHO, O. L.; MALAGUTTI, T. F. **A importância do layout para o aumento da produtividade**. Ling. Acadêmica, Batatais, 2017.

FLEURY, A. C. C. Produtividade e organização do trabalho na indústria. **Revista Administração de Empresas**, 1980.

GERLACH, G. et al. **Proposta de melhoria de layout como fator para a otimização do processo produtivo organizacional**. UFSM, Santa Maria, 2017.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: Tipos Fundamentais. São Paulo: **Revista de Administração de Empresas**, 1995.

GOMES, M. L. B. **Um modelo de nivelamento da produção à demanda para a indústria de confecções do vestuário segundo os novos paradigmas da melhoria dos fluxos de processo**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

GUARESI, J. **Análise de investimento para aquisição de sistema de soldagem robotizada em uma indústria metalúrgica da serra gaúcha**. Caxias do Sul, 2018.

JÚNIOR, J. A. S. **Um modelo de dimensionamento e distribuição de operadores polivalentes em células de manufatura direcionados às empresas com processos repetitivos em lotes**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

KIM, G. C.; TAKEDA, E. The JIT Philosophy is the Culture in Japan. **Production and Inventory Management Journal**, 1996.

KING, N. C. O. **Desenvolvimento de um processo para análise da Produtividade Sistêmica**. Curitiba, 2007.

KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

KUPFER, D. **Trajetórias de reestruturação da indústria brasileira após a abertura e a especialização**. Rio de Janeiro, 1998.

LAZZAROTTO, E. Plaxmetal deverá crescer 20% e fará investimento de R\$15 milhões. **Boa Vista**. Erechim, 2020. Disponível em: <<https://jornalboavista.com.br/plaxmetal-devera-crescer-20-e-fara-investimento-de-r-15-milhoes/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

LIMA, L. F. M. et al. A influência de outliers nos estudos métricos da informação: uma análise de dados univariados. **Em Questão**, v. 24, 2018

MACEDO, M. M. Gestão da produtividade nas empresas. **Revista FAE Business**, Curitiba, v. 5, 2002.

MACHADO, A. R.; SILVA, M. B. **Usinagem Dos Metais**. Universidade Federal de Uberlândia, MG. 2004.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

NASCIMENTO, L. S. et al. Estudo de tempos e movimentos no processo produtivo de uma organização do ramo alimentício. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**. v. 2, 2014.

OLIVÉRIO, J. L. **Projeto de fábrica: produtos processos e instalações industriais**. São Paulo: IBLC, 1985.

ONCLICK. **Eficiência operacional: o que é e como alcançá-la na indústria?** 2020. Disponível em: <<https://onclick.com.br/artigos/eficiencia-operacional-o-que-e-e-como-alcanca-la-na-industria/>>. Acesso em: 20 out. 2020.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviço**. Curitiba: UnicenP. 2007.

PEREIRA, A. G. **Desenvolvimento e avaliação de um editor para programação CN em centros de usinagem**. Universidade Federal do Paraná, PR. 2003.

PEREIRA, N. B. C. **A utilização de metodologias de análise de investimentos empresariais voltada para análise de investimentos pessoais**. Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 2006.

PETTINGER, R. **Managing the Flexible Workforce**. London: Cassell, 1998.

PLAXMETAL CADEIRAS CORPORATIVAS E MOBILIÁRIO ESCOLAR. **Empresa**: informação e documentação. Erechim, 2021.

PLAXMETAL CADEIRAS CORPORATIVAS E MOBILIÁRIO ESCOLAR. **Poltrona Esibire**: informação e documentação. Erechim, RS, 2021.

POLASTRINI, F. H. **Desenvolvimento de uma máquina CNC de baixo custo com Software e Hardware abertos**. Instituto Federal Minas Gerais, Campus Formiga, MG, 2016.

RATTNER, H. Produtividade e desenvolvimento. **Revista de Administração de Empresas**, v. 7, 1967.

ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

ROMI. Disponível em: <<https://www.romi.com/>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

ROSA, G. P. et al. A reorganização do layout como estratégia de otimização da produção. **GEPROS, Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. Bauru, 2014.

SALES, R. et al. Produtividade, Qualidade e Capacitação. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <[https://semanaacademica.com.br/system/files/artigos/artigo\\_80\\_revisado.pdf](https://semanaacademica.com.br/system/files/artigos/artigo_80_revisado.pdf)>. Acesso em: 15 mai. 2021.

SANTOS, R. A. **Sistemas CNC**, 2002. Disponível em: <<http://www.netpar.com.br/rsantos/cncz.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SHAW, M. C. **Metal cutting principles**. Second Edition. Oxford: University Press. 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SILVA, E. M. Técnicas e métodos da gestão lean por Edson Mirando da Silva. **Quality Road**, 2019. Disponível em: <<https://qualityway.wordpress.com/2019/02/13/tecnicas-e-metodos-da-gestao-lean-por-edson-mirando-da-silva/>>. Acesso em: 23 mai. 2021.

SILVA, L. A.; ZANIN, M. J. **Montagem De Fresa Cnc**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

SILVA, R. Vantagens e Desvantagens de Maquina CNC. **Usinagem.com**. 2016. Disponível em: <<http://usinagemonline.blogspot.com/2016/10/vantagens-e-desvantagens-de-maquina-cnc.html>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

SILVA, A. M.; CORREIA, A. M. M.; GOMES, M. L. B. **A importância da polivalência na busca pela flexibilidade e melhoria contínua no setor de acabamento de uma empresa calçadista**. XXVIII ENEGEP – Rio de Janeiro, 2008.

TARDIN, M. G. et al. **Aplicação de conceitos de engenharia de métodos em uma panificadora: um estudo de caso na panificadora Monza**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, BA, 2013.

TCHILIAN, F. O que é e como fazer uma análise de risco financeiro? **Clearsale**, São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://blogbr.clear.sale/como-fazer-analise-de-risco-financeiro>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

TONETTO, L. M.; BRUST-RENCK, P. G.; STEIN, L. M. **Perspectivas Metodológicas na Pesquisa Sobre o Comportamento do Consumidor**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 2014.

VIEIRA, R. R. S.; CORREIA, A. M. M.; SILVA, A. M. **Determinação do tempo padrão em uma operação do setor de panificação**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, PB, 2016.

WEISE, A. D. et al. Um estudo sobre o tempo-padrão no processo produtivo de recapagem de pneus em uma concessionária de veículos. **Gestão e Desenvolvimento**. Novo Hamburgo, RS, 2013.

XU, Y. et al. Cost engineering for manufacturing: current and future research. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.



YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

## APÊNDICE A – Histórico de Consumo - Parte 1

ITEM	DESCRIÇÃO	mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	Total Anual (un)	Média Mensal (un)	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	Total Anual (un)	Média Mensal (un)	
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43263	20	11	314	59	1	69	79	481	1034	129,25	1191	334	1314	10	16	424	120	33	20	482	242	673	4919	409,32
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	20	11	324	59	1	69	102	481	1067	133,375	1191	342	1314	10	16	424	120	33	0	447	242	673	4872	406
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	1	250	4	515	4	181	102	926	1983	247,875	755	320	1439	22	597	0	607	600	0	719	0	3	5062	421,83
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	8	15	445	428	578	360	200	367	3001	375,125	2357	632	461	2450	410	400	351	2400	0	228	300	39	10028	835,67
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	1	250	90	397	2	179	98	903	1920	240	740	312	1450	0	557	0	600	600	0	709	0	0	4968	414
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	20	10	324	344	1	74	102	481	1356	169,5	1178	355	1312	10	18	431	120	83	70	460	250	650	4937	411,42
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	561	0	0	54	290	65	112	461	1543	192,875	1112	401	116	1208	38	381	170	30	73	324	405	533	4791	399,25
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	2	500	200	800	8	360	200	1826	3896	487	1438	632	961	1950	1154	0	1207	1200	0	1428	0	3	10033	836,08
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	2	500	200	800	8	360	200	1826	3896	487	1438	632	961	1950	1154	0	1207	1200	0	1428	0	3	10033	836,08
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	40	20	748	688	2	348	204	1822	3872	484	1436	710	520	2124	36	862	240	186	40	362	486	1346	9008	750,67
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	0	0	10	0	0	0	23	0	33	4,125	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0,6667

Fonte: O autor (2021).

## APÊNDICE A – Histórico de Consumo - Parte 2

ITEM	DESCRIÇÃO	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	Total Anual (un)	Média Mensal (un)	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	Total Anual (un)	Média Mensal (un)	
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43263	31	1751	1600	484	343	557	675	0	15	428	20	0	6570	548	0	453	574	348	368	2343	463
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	33836	1	1725	1600	503	343	525	675	0	5	454	0	0	6443	537	0	339	574	886	331	2130	426
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	1	1514	1544	448	2100	10	0	0	10	300	0	0	6527	544	0	328	785	300	256	2269	454
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	601	1253	4881	383	2223	1210	300	0	10	0	1800	0	13873	1156	0	630	1210	2125	606	4571	314
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	0	1506	1533	437	1200	300	0	0	0	300	0	0	6482	540	0	302	1500	150	300	2252	450
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	600	1366	1500	550	350	550	600	70	0	450	100	0	6736	561	0	400	560	350	400	2310	462
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	205	532	2735	462	352	636	616	62	13	123	332	0	6728	561	16	261	623	1030	251	2181	436
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	1	3020	3083	881	2404	1810	0	0	10	1800	0	0	13009	1084	0	630	1810	1550	581	4571	314
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	1	3020	3083	881	2404	1810	0	0	10	1800	0	0	13009	1084	0	630	1810	1550	581	4571	314
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	1142	2322	2820	1018	1838	1110	1230	180	10	308	0	0	13238	1103	0	302	1148	1834	732	4676	935
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	10	0	0	25	0	0	0	0	5	26	0	0	66	5,5	0	0	0	4	3	7	1,4

Fonte: O autor (2021).

### APÊNDICE B – Orçamento dos Fornecedores

Item	Descrição	Código	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Empresa E
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	Usinagem Incompleta	✓	✓	Usinagem Incompleta	✓
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	Usinagem Incompleta	✓	✓	Usinagem Incompleta	✓
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	Usinagem Incompleta	✓	✓	Usinagem Incompleta	✓
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	✓	✓	✓	✓	✓
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	✓	✓	✓	✓	✓
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	✓	✓	✓	✓	✓
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	✓	✓	✓	✓	✓
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	✓	✓	✓	✓	✓
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	✓	✓	✓	✓	✓
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	✓	✓	✓	✓	✓
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	Usinagem Incompleta	✓	✓	Usinagem Incompleta	✓
<b>TOTAL</b>			R\$ 433.596,00	R\$ 810.432,00	R\$ 1.511.275,20	R\$ 541.980,00	R\$ 2.449.920,00

Fonte: O autor (2021).

### APÊNDICE C – Análise de Outliers – Parte 1

Peça 1					Peça 2					Peça 3				
Período	Consumo		Média	336,5	Período	Consumo		Média	315,75	Período	Consumo		Média	265,75
jun/20	557		Desv. Padrão	274,583	jun/20	525		Desv. Padrão	262,292	jun/20	10		Desv. Padrão	308,333
jul/20	675		Quartil 1	3,75	jul/20	675		Quartil 1	0	jul/20	0		Quartil 1	0
ago/20	0		Quartil 3	569,75	ago/20	0		Quartil 3	561,75	ago/20	0		Quartil 3	670,75
set/20	15		IQR	566	set/20	5		IQR	561,75	set/20	10		IQR	670,75
out/20	428		LS	1185,5	out/20	454		LS	1158,38	out/20	900		LS	1271,88
nov/20	20		LI	-512,5	nov/20	0		LI	-526,875	nov/20	0		LI	-740,375
dez/20	0		Nova Média	Não tem	dez/20	0		Nova Média	Não tem	dez/20	0		Nova Média	Não tem
jan/21	0				jan/21	0				jan/21	0			
fev/21	453				fev/21	339				fev/21	328			
mar/21	574				mar/21	574				mar/21	785			
abr/21	948				abr/21	886				abr/21	900			
mai/21	368				mai/21	331				mai/21	256			

Peça 4					Peça 5					Peça 6				
Período	Consumo		Média	707,583	Período	Consumo		Média	337,667	Período	Consumo		Média	340
jun/20	1210		Desv. Padrão	617,847	jun/20	900		Desv. Padrão	381,167	jun/20	550		Desv. Padrão	255
jul/20	900		Quartil 1	0	jul/20	0		Quartil 1	0	jul/20	600		Quartil 1	17,5
ago/20	0		Quartil 3	1210	ago/20	0		Quartil 3	750,5	ago/20	70		Quartil 3	557,5
set/20	10		IQR	1210	set/20	0		IQR	750,5	set/20	0		IQR	540
out/20	0		LS	2522,58	out/20	900		LS	1463,42	out/20	450		LS	1150
nov/20	1800		LI	-1107,42	nov/20	0		LI	-788,083	nov/20	100		LI	-470
dez/20	0		Nova Média	Não tem	dez/20	0		Nova Média	232	dez/20	0		Nova Média	Não tem
jan/21	0				jan/21	0				jan/21	0			
fev/21	630				fev/21	302				fev/21	400			
mar/21	1210				mar/21	1500				mar/21	560			
abr/21	2125				abr/21	150				abr/21	950			
mai/21	606				mai/21	300				mai/21	400			

Fonte: O autor (2021).

### APÊNDICE C – Análise de Outliers – Parte 2

Peça 7					Peça 8					Peça 9				
Período	Consumo		Média	330,25	Período	Consumo		Média	682,583	Período	Consumo		Média	682,583
jun/20	636		Desv. Padrão	264,292	jun/20	1810		Desv. Padrão	706,611	jun/20	1810		Desv. Padrão	706,611
jul/20	616		Quartil 1	27,5	jul/20	0		Quartil 1	0	jul/20	0		Quartil 1	0
ago/20	62		Quartil 3	621,25	ago/20	0		Quartil 3	1737,5	ago/20	0		Quartil 3	1737,5
set/20	13		IQR	593,75	set/20	10		IQR	1737,5	set/20	10		IQR	1737,5
out/20	123		LS	1220,88	out/20	1800		LS	3288,83	out/20	1800		LS	3288,83
nov/20	332		LI	-560,375	nov/20	0		LI	-1923,67	nov/20	0		LI	-1923,67
dez/20	0		Nova Média	Não tem	dez/20	0		Nova Média	Não tem	dez/20	0		Nova Média	Não tem
jan/21	16				jan/21	0				jan/21	0			
fev/21	261				fev/21	630				fev/21	630			
mar/21	623				mar/21	1810				mar/21	1810			
abr/21	1030				abr/21	1550				abr/21	1550			
mai/21	251				mai/21	581				mai/21	581			

Peça 10					Peça 11				
Período	Consumo		Média	676,167	Período	Consumo		Média	3,16667
jun/20	1110		Desv. Padrão	531,806	jun/20	0		Desv. Padrão	4,25
jul/20	1230		Quartil 1	2,5	jul/20	0		Quartil 1	0
ago/20	180		Quartil 3	1138,5	ago/20	0		Quartil 3	3,75
set/20	10		IQR	1136	set/20	5		IQR	3,75
out/20	908		LS	2380,17	out/20	26		LS	8,79167
nov/20	0		LI	-1027,83	nov/20	0		LI	-2,45833
dez/20	0		Nova Média	Não tem	dez/20	0		Nova Média	1,09091
jan/21	0				jan/21	0			
fev/21	902				fev/21	0			
mar/21	1148				mar/21	0			
abr/21	1894				abr/21	4			
mai/21	732				mai/21	3			

Fonte: O autor (2021).

### APÊNDICE D – Tempo de Operação

Item	Descrição	Código	Tempo médio de setup (s)	Tempo médio de usinagem (s)	Consumo médio mensal (un)	Tempo-padrão de usinagem (s)	Tempo mensal de Usinagem (h)
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	1800	438	337	443,34	41,50
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	1800	170	316	175,70	15,42
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	1800	136	266	142,77	10,55
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	1800	287	708	289,54	56,94
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	1800	34	232	41,76	2,69
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	1800	35	340	40,29	3,81
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	1800	26	331	31,44	2,89
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	1800	27	683	29,64	5,62
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	1800	27	683	29,64	5,62
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	1800	41	677	43,66	8,21
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	1800	438	2	1338,00	0,74
					TOTAL (h)		154,00
					TOTAL (dias)		17,44

Fonte: O autor (2021).

### APÊNDICE E – Custo do Aço

Item	Descrição	Código	Ø Externo (mm)	Comprimento (mm)	Volume (m3)	Peso líquido (KG)	Peso bruto (KG)	Custo médio da matéria prima (R\$/KG)	Custo da peça bruta (R\$)	Valor pago pela sucata metálica (R\$/KG)	Custo total (R\$)
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	25,4	76,92	3,90E-05	0,195	0,307	11,11	3,41	0,1	3,40
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	25,4	76,92	3,90E-05	0,235	0,307	11,11	3,41	0,1	3,40
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	18	111,11	2,83E-05	0,071	0,223	11,11	2,47	0,1	2,46
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	12	66,67	7,54E-06	0,053	0,059	11,11	0,66	0,1	0,66
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	18	111,11	2,83E-05	0,069	0,223	11,11	2,47	0,1	2,46
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	16	55,56	1,12E-05	0,04	0,088	11,11	0,98	0,1	0,97
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	11	90,90	8,64E-06	0,06	0,068	11,11	0,76	0,1	0,75
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	12	21,28	2,41E-06	0,013	0,019	11,11	0,21	0,1	0,21
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	12	18,18	2,06E-06	0,011	0,016	11,11	0,18	0,1	0,18
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	16	34,48	6,93E-06	0,025	0,055	11,11	0,61	0,1	0,60
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	25,4	76,92	3,90E-05	0,195	0,307	11,11	3,41	0,1	3,40

Fonte: O autor (2021).



### APÊNDICE F – Custo Ferramenta de Corte

Item	Descrição	Código	Tempo médio de usinagem (s)	Tempo ativo de usinagem (s)	Custo da ferramenta (R\$/h)	Custo da Ferramenta (R\$/peça)
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	438	394,20	17,5	1,92
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	170	153,00	17,5	0,74
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	136	122,40	17,5	0,60
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	287	258,30	17,5	1,26
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	34	30,60	17,5	0,15
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	35	31,50	17,5	0,15
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	26	23,40	17,5	0,11
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	27	24,30	17,5	0,12
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	27	24,30	17,5	0,12
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	41	36,90	17,5	0,18
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	438	394,20	17,5	1,92

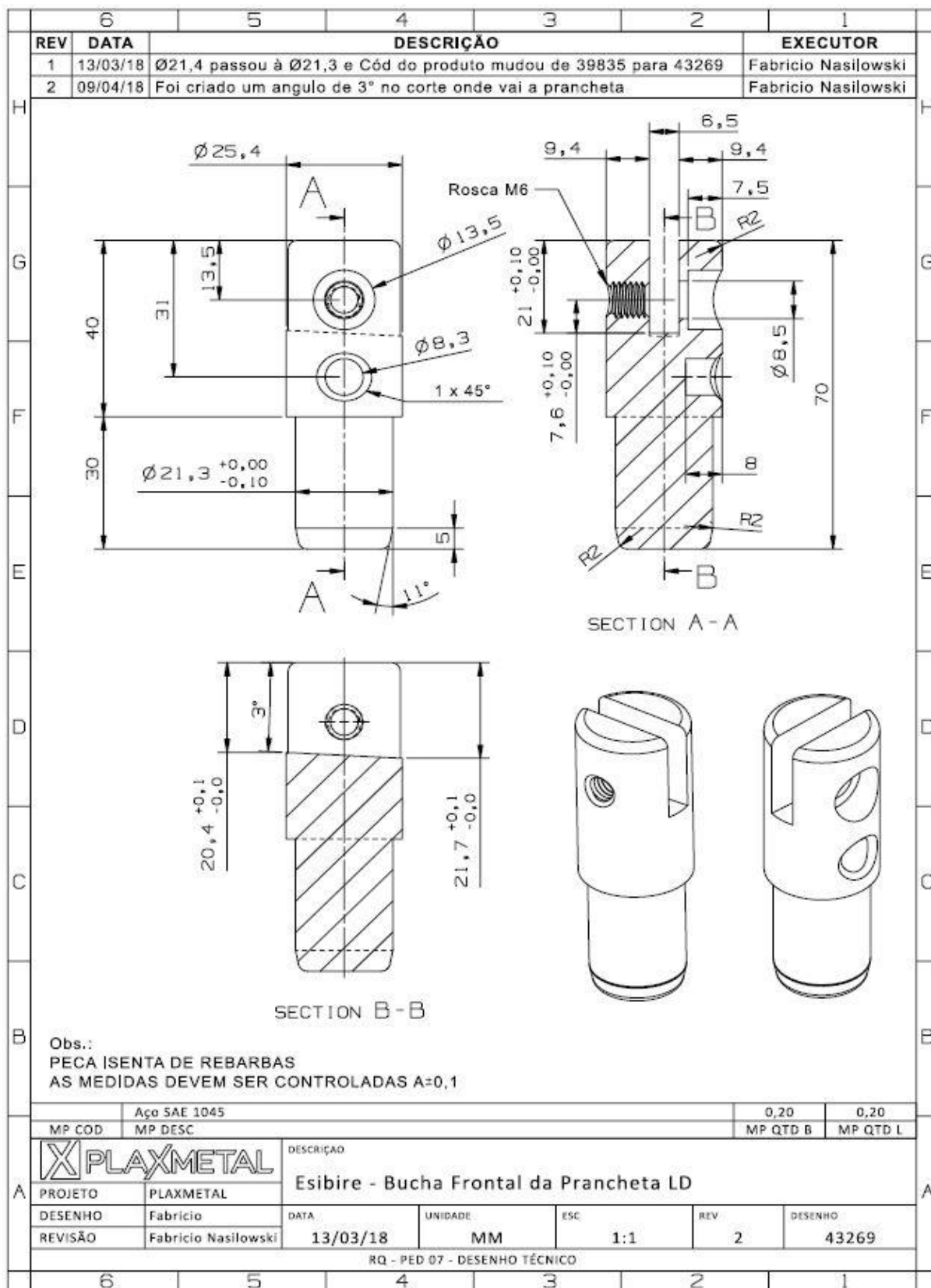
Fonte: O autor (2021).

### APÊNDICE G – Custo de Fabricação Final

ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	Consumo médio mensal (un)	Tempo-padrão de usinagem (s)	Custo de energia elétrica (R\$/h)	Custo de mão de obra do Operador (R\$/h)	Depreciação (R\$/h)	Custo do aço (R\$/peça)	Custo óleo de Lubrificação (R\$/h)	Custo óleo hidráulico (R\$/h)	Custo ferramenta de corte (R\$/peça)	Custo manutenção (R\$/Peça) (31,60*2)/4575	CUSTO TOTAL UNITÁRIO DE FABRICAÇÃO
1	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LD	43269	337	443,34	2,582	35,26	36,06	3,4	1,5	0,256	1,92	0,0138	R\$ 14,65
2	Esibire - Bucha Traseira da Prancheta	39836	316	175,7	2,582	35,26	36,06	3,4	1,5	0,256	0,74	0,0138	R\$ 7,85
3	Esibire - Eixo do Mec. S5 Lado Esq.	38237	266	142,77	2,582	35,26	36,06	2,46	1,5	0,256	0,6	0,0138	R\$ 6,07
4	Esibire - Eixo do Assento para Mec	38655	708	289,54	2,582	35,26	36,06	0,66	1,5	0,256	1,26	0,0138	R\$ 8,02
5	Esibire - Eixo do Mec	38651	232	41,76	2,582	35,26	36,06	2,46	1,5	0,256	0,15	0,0138	R\$ 3,50
6	Esibire - Tubo da Dobradiça da Prancheta	38648	340	40,29	2,582	35,26	36,06	0,97	1,5	0,256	0,15	0,0138	R\$ 1,98
7	Esibire - Eixo Interno da Prancheta	38235	331	31,44	2,582	35,26	36,06	0,75	1,5	0,256	0,11	0,0138	R\$ 1,53
8	Esibire - Eixo Fixo do Mec	38653	683	29,64	2,582	35,26	36,06	0,21	1,5	0,256	0,12	0,0138	R\$ 0,97
9	Esibire - Eixo Articulavel do Mec	38654	683	29,64	2,582	35,26	36,06	0,18	1,5	0,256	0,12	0,0138	R\$ 0,94
10	Esibire - Tubo Eixo da Prancheta	44577	677	43,66	2,582	35,26	36,06	0,6	1,5	0,256	0,18	0,0138	R\$ 1,71
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	2	1338	2,582	35,26	36,06	3,4	1,5	0,256	1,92	0,0138	R\$ 33,45
11	Esibire - Bucha Frontal da Prancheta LE	45216	24 anual	513	2,582	35,26	36,06	3,4	1,5	0,256	1,92	0,0138	R\$ 16,12

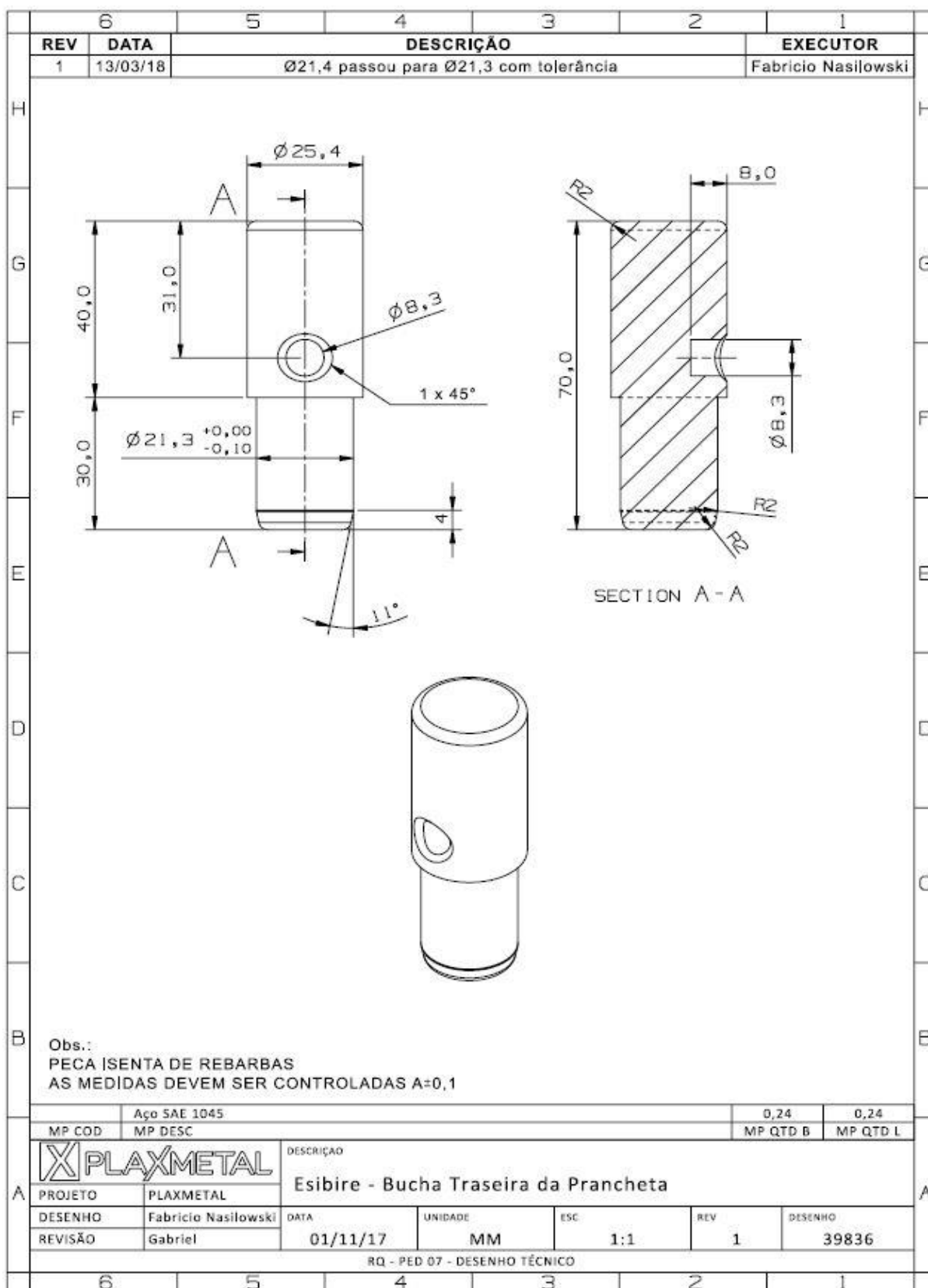
Fonte: O autor (2021).

## ANEXO A – Peça 1 - cód. 43269



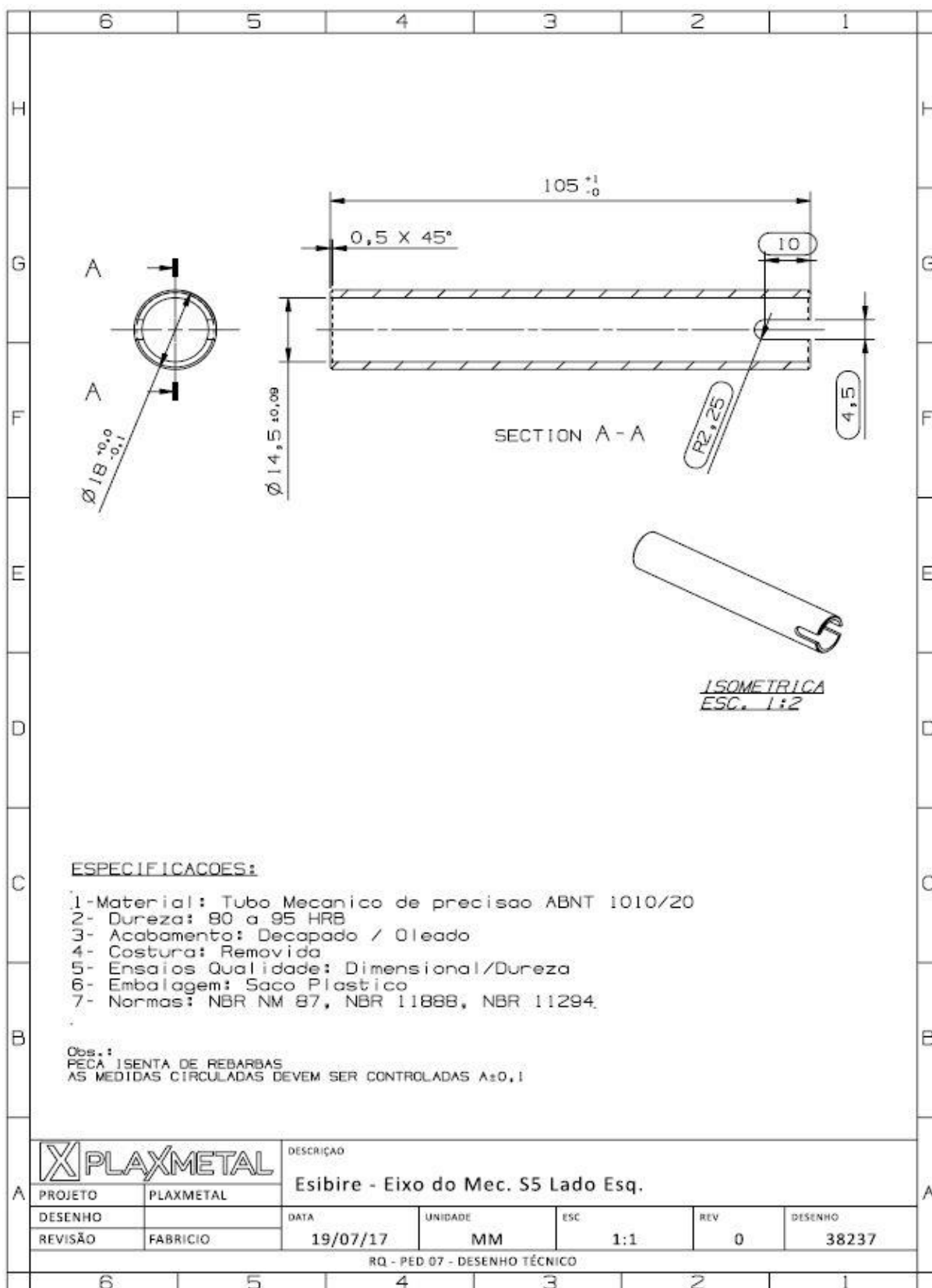
Fonte: Plaxmetal (2021).

## ANEXO B – Peça 2 - cód. 39836



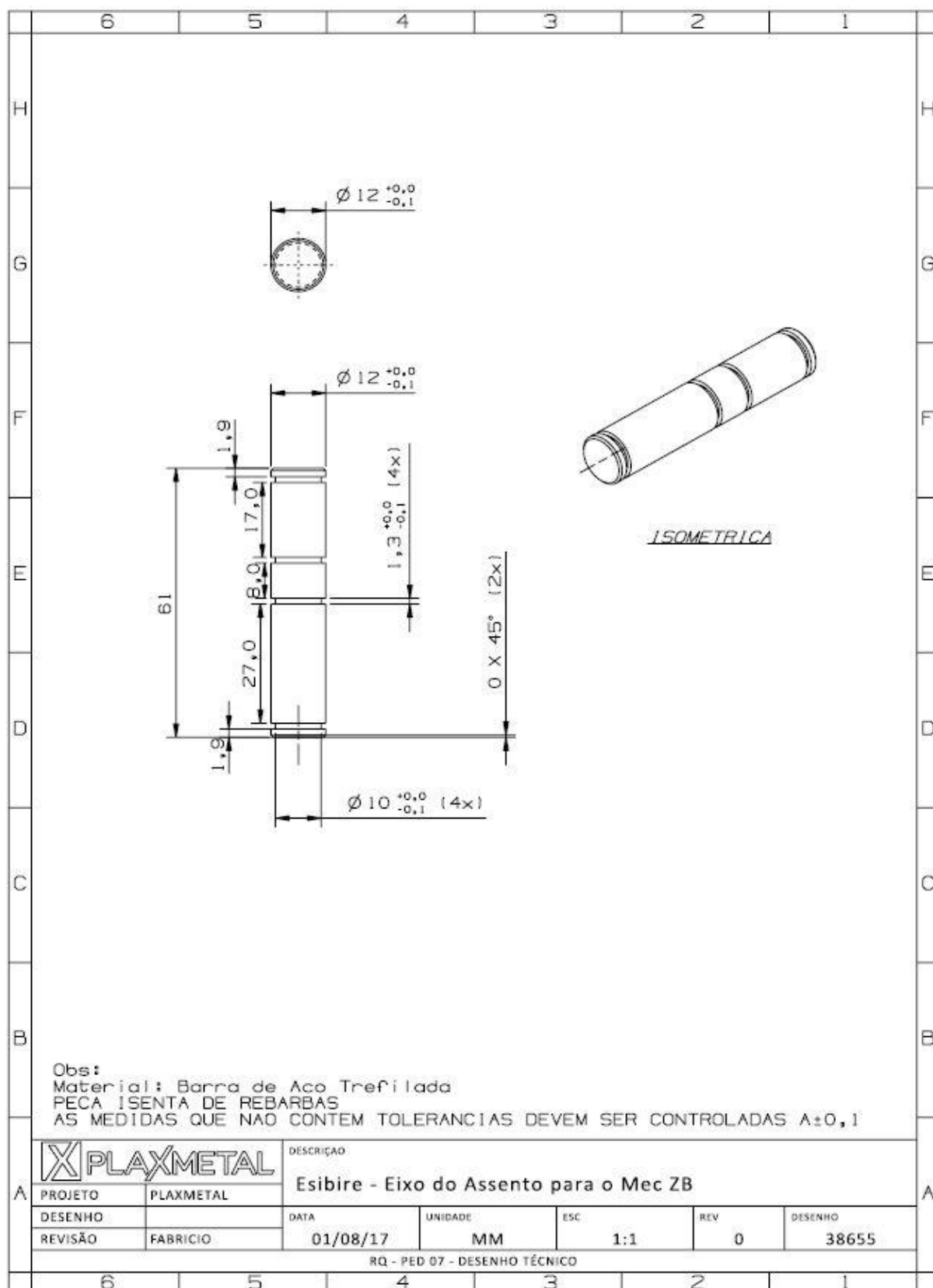
Fonte: Plaxmetal (2021).

## ANEXO C – Peça 3 - cód. 38237



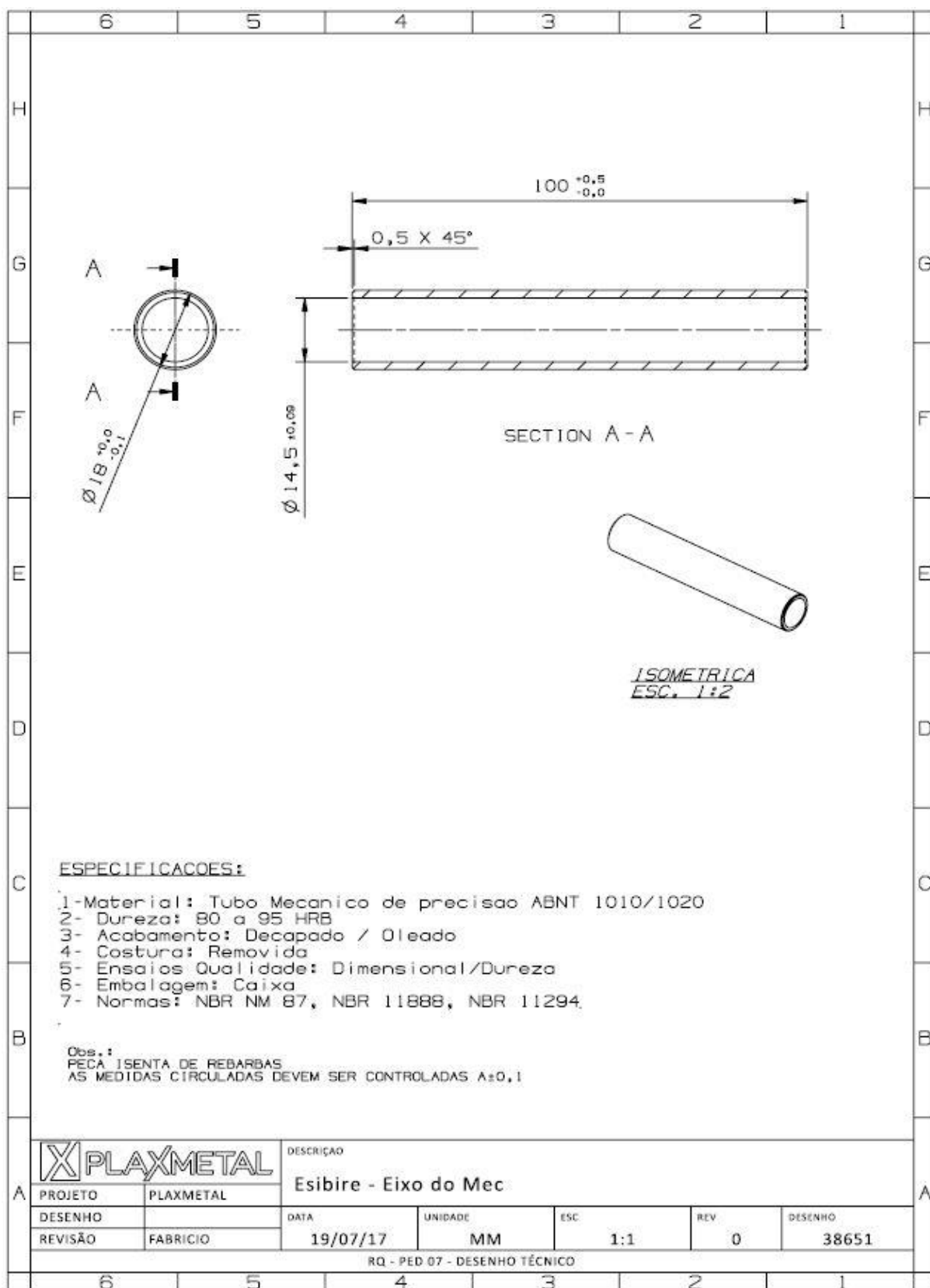
Fonte: Plaxmetal (2021).

## ANEXO D – Peça 4 - cód. 38655



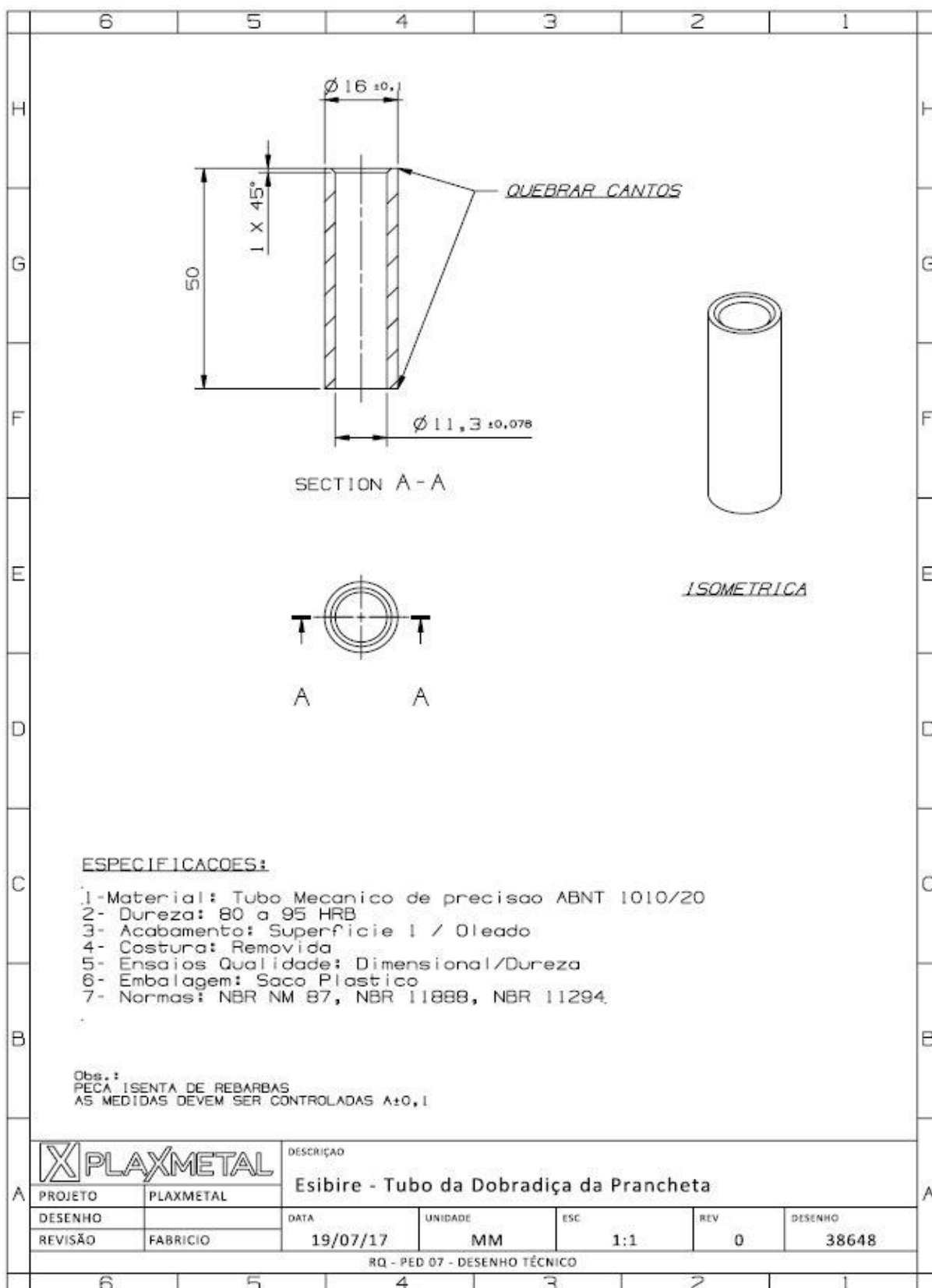
Fonte: Plaxmetal (2021).

## ANEXO E – Peça 5 - cód. 38651



Fonte: Plaxmetal (2021).

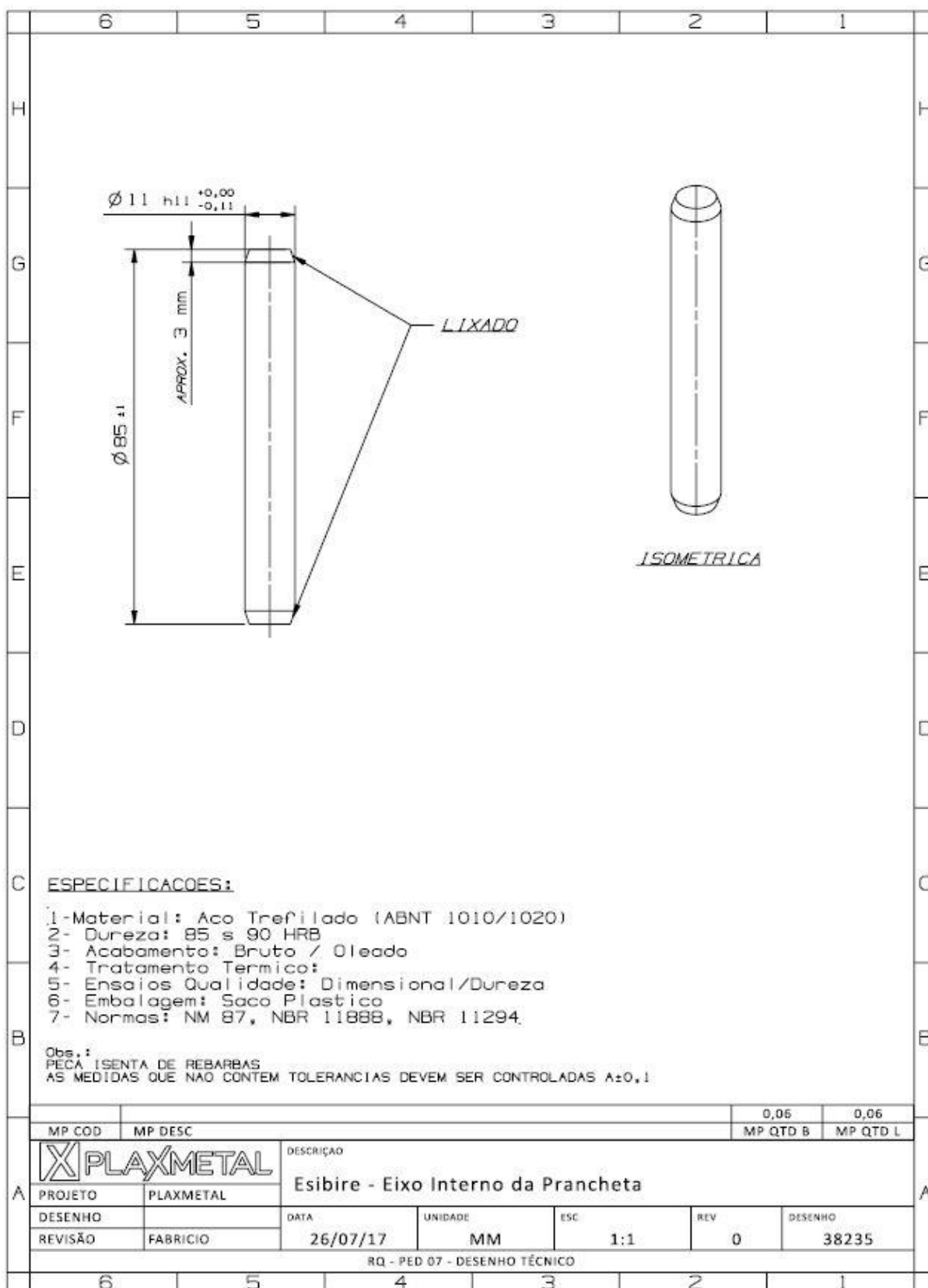
## ANEXO F – Peça 6 - cód. 38648



Fonte: Plaxmetal (2021).

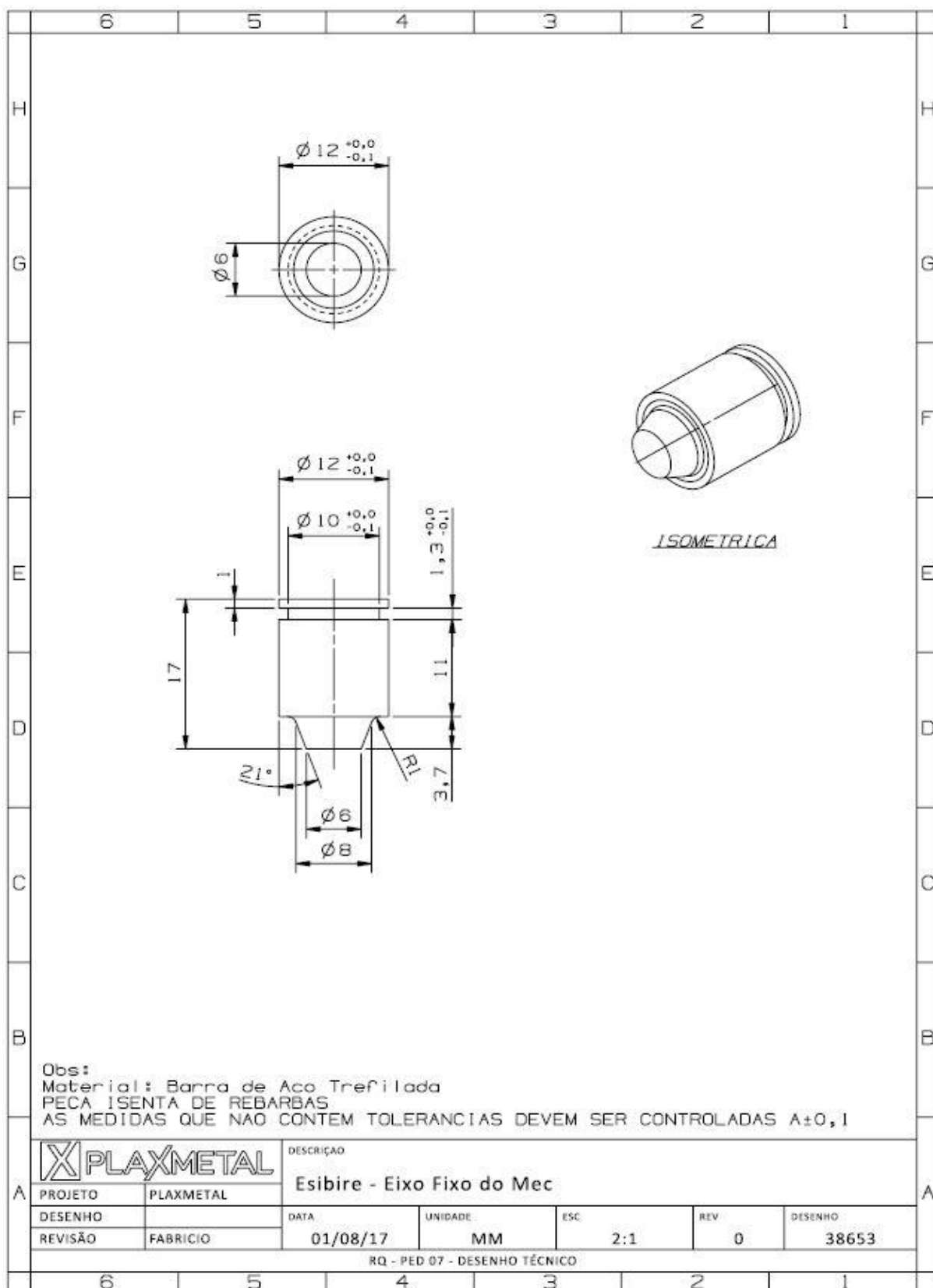


## ANEXO G – Peça 7 - cód. 38235



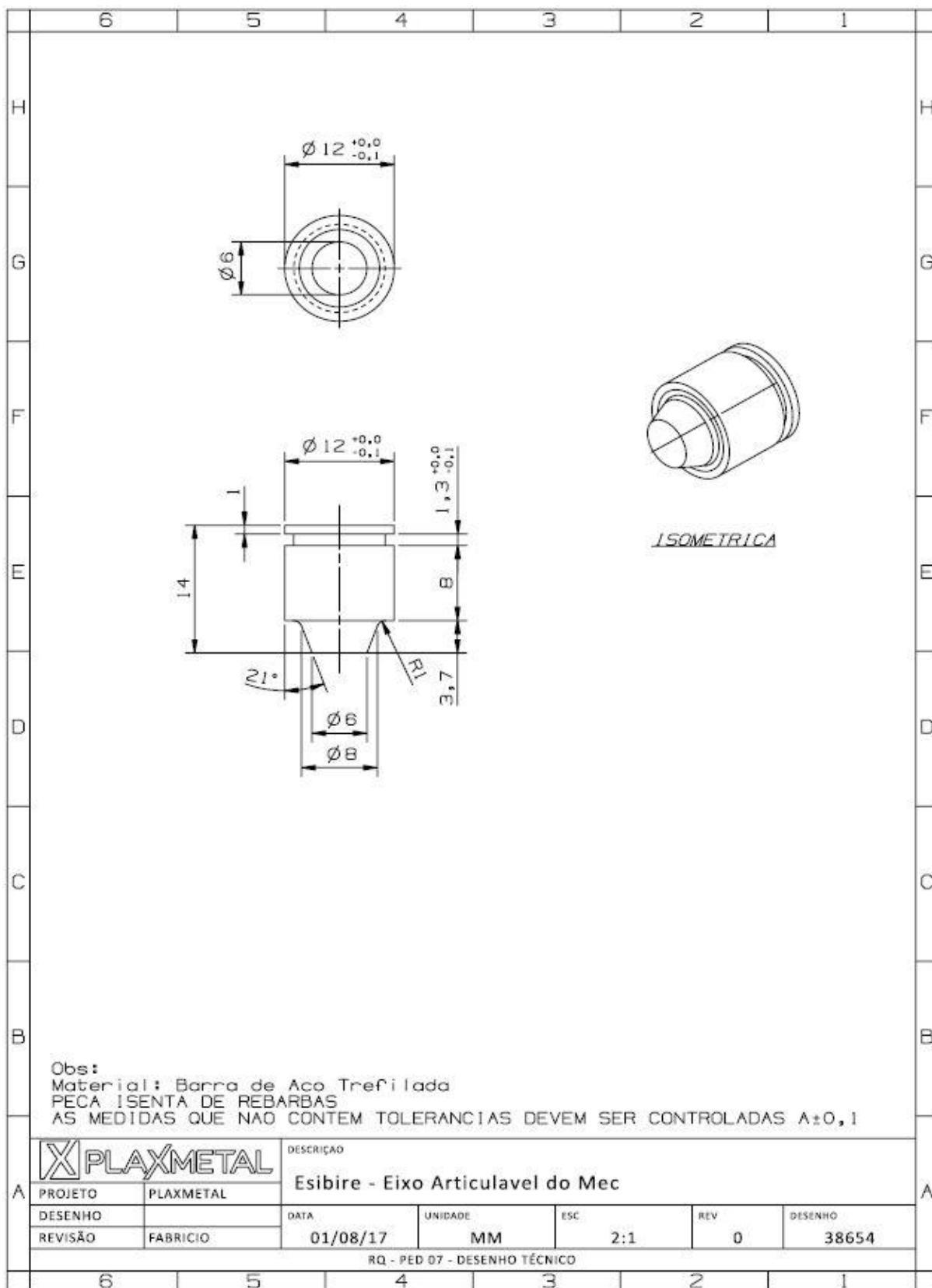
Fonte: Plaxmetal (2021).

## ANEXO H – Peça 8 - cód. 38653



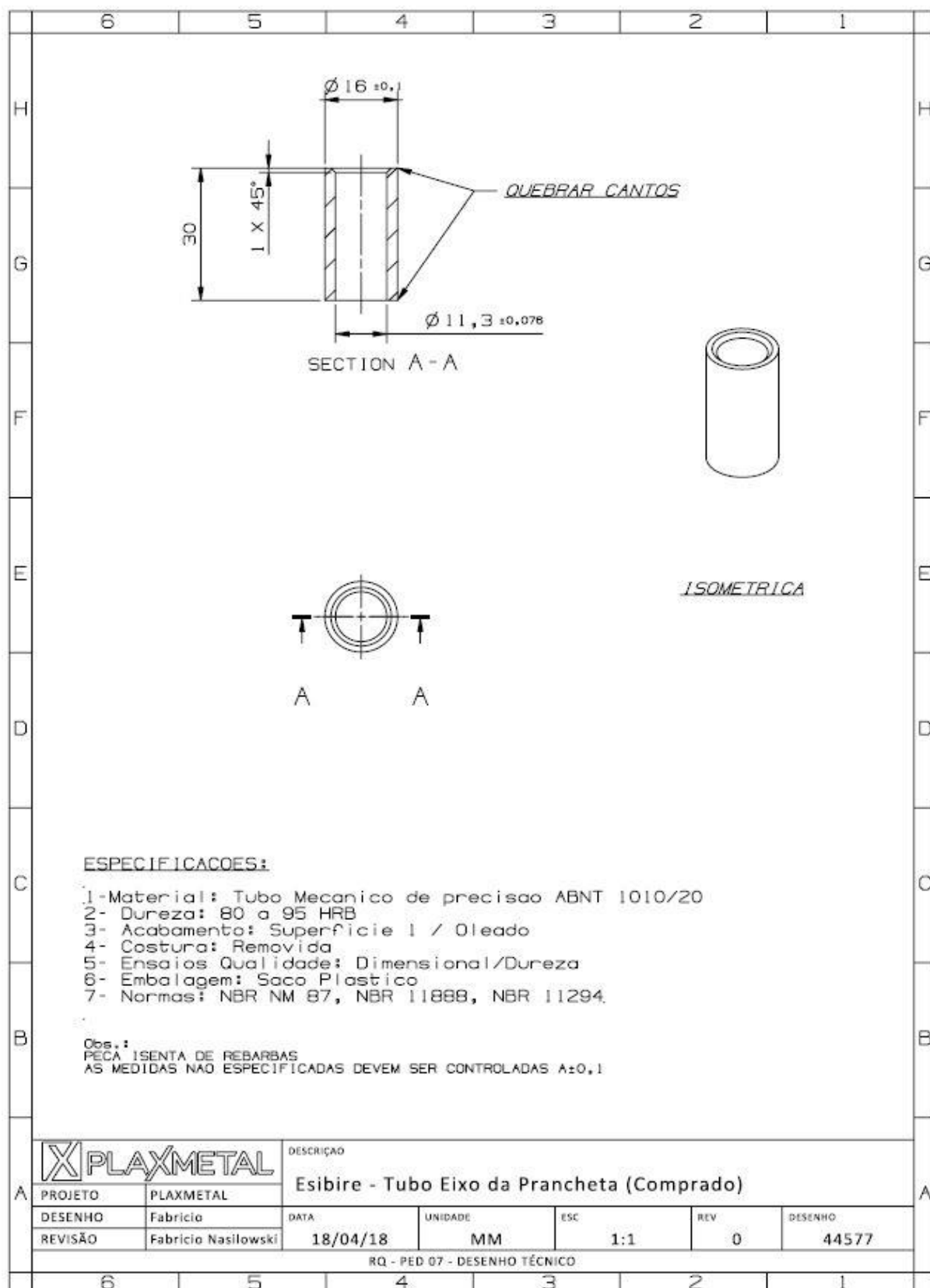
Fonte: Plaxmetal (2021).

## ANEXO I – Peça 9 - cód. 38654



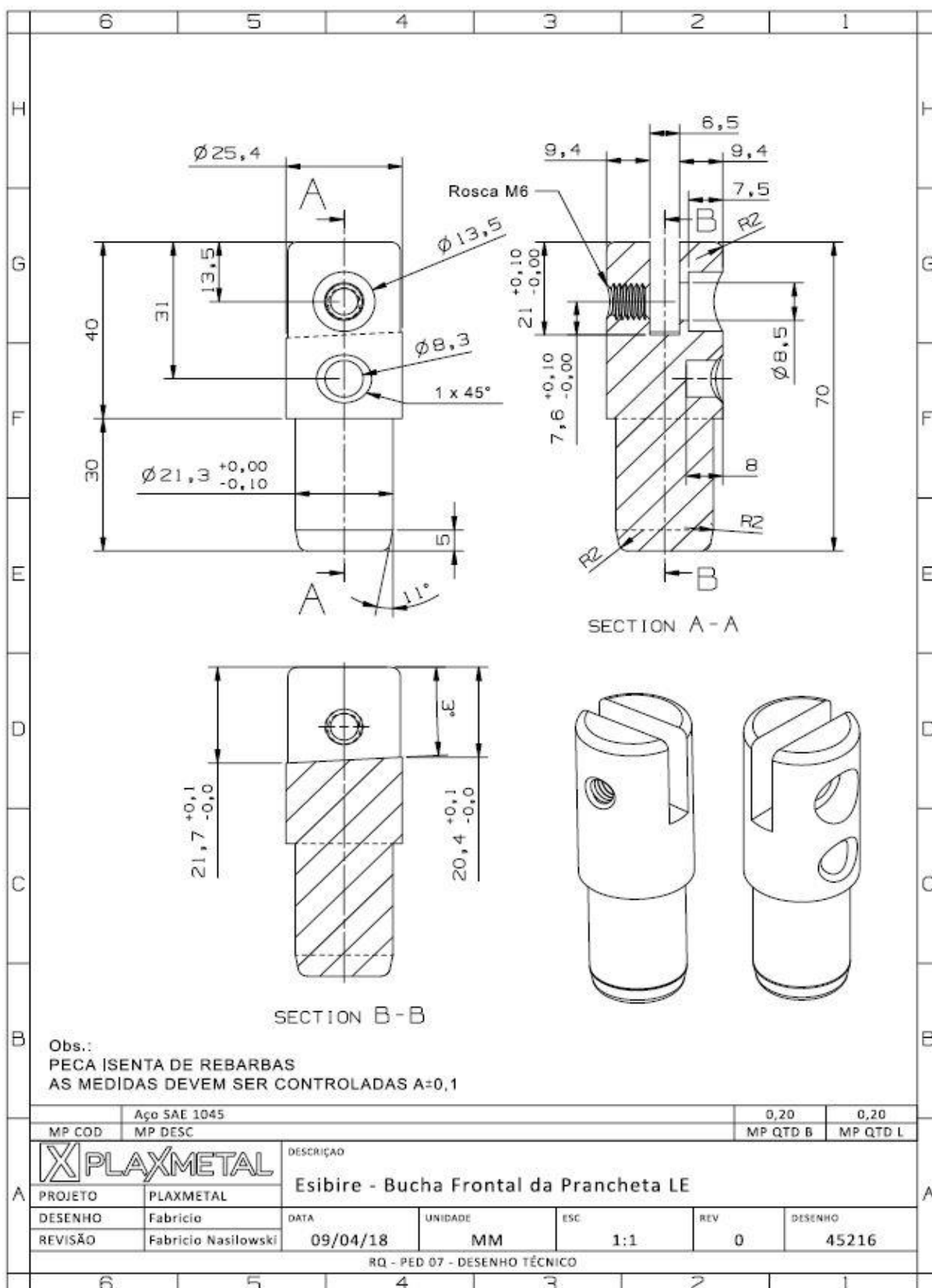
Fonte: Plaxmetal (2021).

## ANEXO J – Peça 10 - cód. 44577



Fonte: Plaxmetal (2021).

## ANEXO K – Peça 11 - cód. 45216




Fonte: Plaxmetal (2021).

**ANEXO L – Autorização Plaxmetal****AUTORIZAÇÃO**

A Empresa Plaxmetal S/A, portadora o CNPJ 91.404.251/0001-97 pelo presente instrumento autoriza o funcionário BERNARDO PETZHOLD, portador do CPF 017.152.560-42, acadêmico do curso de Engenharia Mecânica do IFRS – Campus Erechim, a utilizar imagens, informações e desenhos técnicos da organização em seu Trabalho de Conclusão de Curso, podendo os mesmos serem publicados sem restrições.

Erechim, 22 de junho de 20 21

  
/ Rafael S. Zorzi  
Plaxmetal S/A - Diretor  
Assinatura