



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

*SHOULD COST* APLICADO NA FABRICAÇÃO DE  
SEPARADORES DE CANA, PELO PROCESSO DE SOLDA  
MIG MAG

BONIFÁCIO CORRÊA NETO

Uberlândia-MG

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

*SHOULD COST* APLICADO NA FABRICAÇÃO DE  
SEPARADORES DE CANA, PELO PROCESSO DE SOLDA  
MIG MAG

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como  
requisito para a obtenção do diploma de Graduação em  
Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Luciano José Arantes.

Uberlândia-MG

2023

BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA DA DISCIPLINA PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE BONIFÁCIO CORRÊA NETO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, EM JUNHO DE 2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Luciano José Arantes Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof. Dr. Rosenda Valdés Arencibia Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof. Dr. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva Universidade Federal de Uberlândia

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente quero agradecer a Deus, que me direcionou diariamente, forneceu saúde e discernimentos ao longo da minha vida. Em seguida, agradecemos mutuamente um ao outro pela dedicação e confiança ao longo dos meses de preparação deste trabalho.

Além disso, quero agradecer minha famílias pelo amor e apoio direcionados, a meus estudos durante todo ciclo acadêmico, desde a primeira infância até a conclusão do ensino superior.

Ainda, agradecer ao professor orientador, o doutor Luciano José Arantes, por todo suporte, mentoria e paciência durante a elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

Por fim, agradecer à Universidade Federal de Uberlândia, a qual, gratuitamente, fornece ensino da mais alta qualidade, com professores e demais profissionais sempre focados em nossa formação.

Neto, B., 2023, “**SHOULD COST APLICADO NA FABRICAÇÃO DE SEPARADORES DE CANA, PELO PROCESSO DE SOLDA MIG MAG**”. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG.

## RESUMO

Em um mundo cada vez mais unificado, é necessário a aplicação de metodologias que tornem os meios de fabricação os mais competitivos possíveis. O presente trabalho tem por objetivo trazer as vantagens e desvantagens do processo produtivo. Dessa forma, o *should cost* surge como uma ótima ferramenta de análise e gestão de custos, até mesmo para produtos comuns do dia a dia, da engenharia mecânica, da indústria de máquinas agrícolas, como os separadores de cana. A partir dos separadores de cana, o trabalho abordará a montagem de uma linha de produção, baseada na soldagem MIG MAG, visando determinar os custos diretos e indiretos do processo, e assim determinar o valor de cada peça produzida. Os custos foram estimados por pesquisas de mercado e por estimativas através de comparação de valores obtidos em outros trabalhos e produtos similares. Por fim, verificou-se que a linha de produção baseada na solda MIG MAG é viável, do ponto de vista econômico.

**Palavras-chave:** Should cost; soldagem MIG MAG; separadores de cana;

Neto, B., 2023, “**SHOULD COST APPLIED IN THE MANUFACTURE OF CANE SEPARATORS, THROUGH THE MIG MAG WELDING PROCESS**”. Completion of course work in Mechanical Engineering. Federal University of Uberlândia (UFU),

## **ABSTRACT**

In an increasingly unified world, it is necessary to apply methodologies that make the means of manufacturing as competitive as possible. The work aims to bring the advantages and disadvantages of the process. In this way, the should cost emerges as a great tool for analyzing and managing costs, even for common everyday products, mechanical engineering, the agricultural machinery industry, such as sugarcane separators. From the cane separators, the work will address the assembly of 1 production line, based on MIG MAG welding, aiming to determine the direct and indirect costs of the process, and thus determine the value of each piece produced. Costs were estimated by market surveys and estimates by comparing values obtained in other works and similar products. Finally, it was found that the production line based on MIG MAG welding is viable from an economic point of view.

**Keywords:** Should cost; MIG MAG welding; cane separators;

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	1
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 – Separador de Cana	2
2.2 – Soldagem MIG MAG	4
2.2.1 - Etapas do processo	5
2.2.2 - Parâmetros do processo	8
2.2.3 - Vantagens e Desvantagens do processo	11
2.3 - <i>Should Cost</i>	27
2.3.1 - Definição de Custo	27
2.3.1.1 - Custos Diretos	28
2.3.1.2 - Custos Indiretos	28
2.3.2 - Metodologia aplicada	29
3- METODOLOGIA	31
3.1 – Separador de Cana estudado	32
3.2 - Material	34
3.3 – Linha de Produção	35
3.3.1 - Linha de produção: Soldagem MIG MAG	35
3.3.2	
4- <i>SHOULD COST</i> E DISCUSSÕES	46
4.1 <i>Should cost</i> : Soldagem MIG MAG	47
4.1.1 - Custo de aquisição do ferramental e maquinário	47
4.1.2 - Custo de aquisição da matéria prima	49
4.1.3 - Custo de mão de obra direta	51
4.1.4 - Custo de manutenção e depreciação	52
4.1.5 - Custo de mão de obra indireta	53
4.1.6 - Custos indiretos	54
5- CONCLUSÕES	70
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Modelo de Separador de linha CASE IH (Colhedoras de Cana Case IH A 8810)	<b>3</b>
<b>Figura 2</b> – Modelo de Separador de linha John Deere. (Colhedora de Cana 3520)	<b>4</b>
<b>Figura 3</b> – Processo de solda MIG/MAG. (Processo de Soldagem MIG MAG, 2021)	<b>5</b>
<b>Figura 4</b> – Tocha seca para soldagem MIG/MAG. (Apostila ESAB, 2006)	<b>6</b>
<b>Figura 5</b> – Alimentador de arame . Fonte: Sumig, 2023	<b>6</b>
<b>Figura 6</b> – Fluxo de processos de <i>Should Cost</i> . Fonte: Ravikant, 2019	<b>14</b>
<b>Figura 7</b> - Modelo de separador de cana. Fonte: Catálogo Case IH A 8810, 2023	<b>17</b>
<b>Figura 8</b> - Vista frontal do separador de cana. Fonte: Catálogo Case IH A 8810, 2023	<b>17</b>
<b>Figura 9</b> – Norma ABNT 1020. Fonte: Introdução ao estudo dos Aços, 2022.	<b>18</b>
<b>Figura 10</b> – Linha de Ar/CO2. Fonte: GERAIS: Kits Parts, 2023	<b>20</b>
<b>Figura 11</b> – Fonte de solda MIG/MAG. Fonte: LINCOLN ELECTRIC,2023	<b>21</b>
<b>Figura 12</b> – Diagrama da linha de produção por soldagem MIG/MAG	<b>23</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Materiais de separadores de linha de cana e suas características	<b>3</b>
<b>Tabela 2</b> – Relações de Gás e Corrente de soldagem . Fonte: Modenesi, 1978	<b>9</b>
<b>Tabela 3</b> – Investimento inicial de equipamentos.	<b>26</b>
<b>Tabela 4</b> – Custos de mão de obra direta para soldagem MIG/MAG.	<b>28</b>
<b>Tabela 5</b> – Custos de mão de obra indireta para soldagem MIG/MAG.	<b>30</b>
<b>Tabela 6</b> – Custos indiretos para soldagem MIG/MAG.	<b>31</b>
<b>Tabela 7</b> – Custos totais para soldagem MIG/MAG.	<b>32</b>

# 1 – INTRODUÇÃO

Atualmente, com avanços na área industrial e global, torna-se necessário, nos ramos das engenharias, a otimização de processos, com ênfase em reduzir custos. Não obstante é preciso manter e evoluir sistematicamente a qualidade dos produtos, uma vez que, existe forte rivalidade no setor, graças à evolução tecnológica, de transporte e de comunicação, advento de empresas nacionais e internacionais.

Tais produtos, serão destinados à dois diferentes mercados, o *B2C (Business to consumer)*, ou seja, quando seu produto é comercializado ao consumidor final, e ao mercado *B2B (Business to business)*, quando o produto é repassado a outra empresa, que o utilizará na composição de um novo material ou serviço.

Assim como qualquer outra peça ou produto, os separadores de cana precisam ser fabricados visando sua efetividade no estado final de sua aplicação, visto que é uma peça relativamente simples de ser produzida, o que resulta em um baixo custo de entrada, pouca diferenciação entre peças e fácil replicabilidade. Tais aspectos, vão causar uma forte disputa de diversas outras empresas que fabricam o mesmo componente.

O separador de cana, devido a sua funcionalidade, possui poucos tipos de aplicação, desde afastar, juntar, guiar a cana para o local correto, onde a máquina vai efetuar as seguintes etapas. Portanto, é indispensável estabelecer qual processo de fabricação tornará essa peça mais barata, junto com a maior qualidade possível, isto é, produzir algo competitivo no mercado interno e externo.

Por meio dos diversos processos de fabricação, consegue-se produzir diferentes tipos de peças, no caso dos separadores, estes podem ser fabricados de diversas formas, desde a usinagem até a metalurgia do pó. Para ser possível aliar a fabricação de uma peça com baixo custo, porém boa qualidade, é preciso a utilização de ferramentas que possam controlar e estipular os gastos envolvidos em todas as etapas da fabricação.

No projeto desenvolvido, usaremos a metodologia *should cost*, a qual, de acordo com Hoinaski (2014), foi criada pelo Departamento de Defesa Americano, para realizar o controle de preços e custos envolvidos nas unidades de defesa dos Estados Unidos.

A partir dos anos 80, a forma de trabalho foi aderida pela indústria, para cumprir a mesma função, ou seja, realizar controle de custos, para, enfim, precificar uma dada mercadoria, produto ou serviço. No âmbito industrial, o *should cost*, abordará custos diretos e indiretos à produção, mostrando lacunas e erros presentes no processo, visando a diminuição de gastos desnecessários, ao cenário que garante a produção de peças mais eficazes. (HOINASKI, 2014).

Com os resultados, será possível abordar vantagens e desvantagens dos métodos de fabricação selecionado, destacando eficiência para uma dada aplicação. Além disso, é possível, com um pensamento crítico, abordar as limitações que a metodologia traz consigo, não obstante qualquer outra do mesmo modo mostraria.

## **2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Separador de Cana**

Os separadores de cana são um conjunto de peças rígidas e móveis, utilizadas em diversos modelos de máquinas da agroindústria, com aplicações tanto internas quanto externas.

Sua nomenclatura pode variar de fabricante, mas sua aplicação e conceito, são de uma mesma origem.

Para operação, os separadores agem criando espaço entre duas linhas de cana, por meio do avanço da máquina e sua superfície, que possui ângulo de ataque para juntar a parte a ser cortada .

Os separadores de cana são utilizados, por possuírem, de forma simples, a possibilidade de serem posicionados e parafusados na máquina. Com isso, pode ser acoplado e retirado para possíveis manutenções sem tomar muito tempo do técnico responsável.

De acordo com a função do separador é possível aplicar diversos aços em sua construção, os mais comuns na fabricação são o aço carbono, sendo esse o mais usual, aço liga e aço inox. Na Tabela 1 identifica-se alguns dos tipos de materiais que podem ser utilizados na fabricação de separadores de linha de cana, e suas características.

Tabela 1 – Materiais de separadores de linha de cana e suas características.

<b>Material</b>	<b>Características</b>
Aço Carbono	Possui boa resistência contra cargas de trabalho e normalmente recebe o revestimento de zinco, aumentando a eficácia contra a corrosão
Aço Liga	São fabricados para resistirem à grandes cargas. Podem ser encontrados sem revestimento ou revestidos com cádmio ou zinco
Aço Inox	Resistente à corrosão, portanto, é muito utilizado em ambientes beira mar, instalações navais ou aparelhagem cirúrgica

Os materiais exemplificados são de excelente qualidade, porém para a aplicação na linha dos separadores, a exigência de grandes cargas e resistência a corrosão não serão relevantes para sua produção. Logo, os aços carbono são os mais indicados, dado suas propriedades.

Existem diversos fabricantes de colhedoras de cana de açúcar, como John Deere e Case I. No entanto, seus produtos possuem a mesma funcionalidade, havendo outros modelos com diferentes aplicações e tecnologias aplicadas.

A Figura 1 ilustra os principais tipos de separadores de linha de cana e suas características encontrados no mercado.



Figura 1 – Modelo de Separador de linha CASE IH (Colhedoras de Cana Case IH A 8810)



Figura 2 – Modelo de Separador de linha John Deere. (Colhedora de Cana 3520)

## 2.2 – Soldagem

Com o avanço dos processos industriais, devido a exigência de um mercado globalizado, é preciso atualizações e melhorias contínuas. Um dos métodos de união de materiais que é utilizado em larga escala, aplicado em materiais e equipamentos, é sem dúvida, a soldagem, que se desenvolveu notavelmente a partir do século passado.

Existem diversos processos de soldagem, o MIG/MAG (Metal Inert Gas/Metal Active Gas) ou GMAW (Gas Metal Arc Welding), é em maior quantidade utilizados, dos métodos de união de materiais encontrados na indústria, por possuir elevada taxa de deposição, bom acabamento de solda e facilidade para ser automatizado.

A Figura 3, representa o método de transferência/produção a partir da soldagem MIG//MAG, ressaltando-se que é possível a união de diversos segmentos de peças, com variadas geometrias.

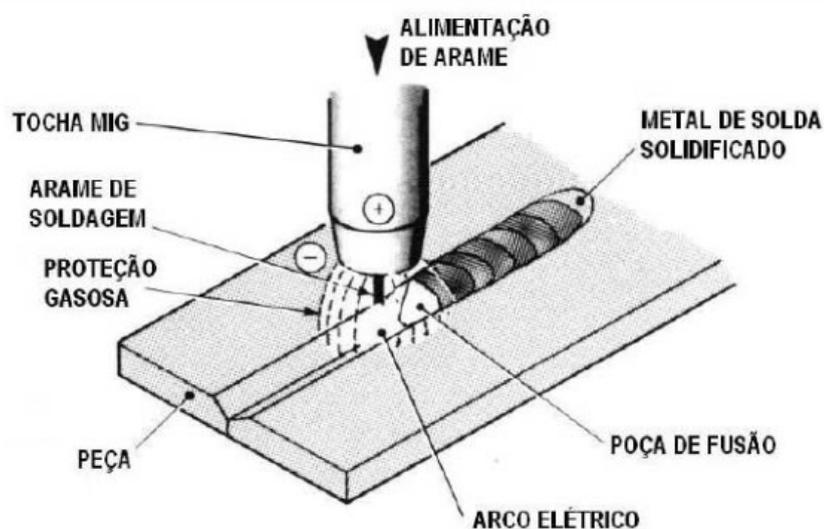


Figura 3 – Processo de solda MIG/MAG. (Processo de Soldagem MIG MAG, 2021)

### 2.2.1 – Etapas do processo

O processo de soldagem MIG/MAG é um método que pode ser realizado de forma semi automática ou automatizada. Dessa maneira, no semiautomático a tocha é conduzida pelo soldador, de modo que são necessários quatro componentes principais (ESAB, 2006), sendo eles:

- Tocha de soldagem e acessórios;
- Alimentador de arame;
- Fonte de energia;
- Sistema de fornecimento do gás de proteção.

A tocha neste caso é segurada e manuseada pelo soldador, tornando-se o elemento que direciona o arame (eletrodo), o gás de proteção e é condutor da corrente de soldagem.

A tocha de soldagem pode ser usada com refrigeração a água ou a seco (próprio gás de proteção) passando pela tocha, o que depende do ciclo de produção e valores de corrente de soldagem, por exemplo (ESAB, 2006). É apresentada na Figura 4 uma tocha seca típica de soldagem MIG/MAG.

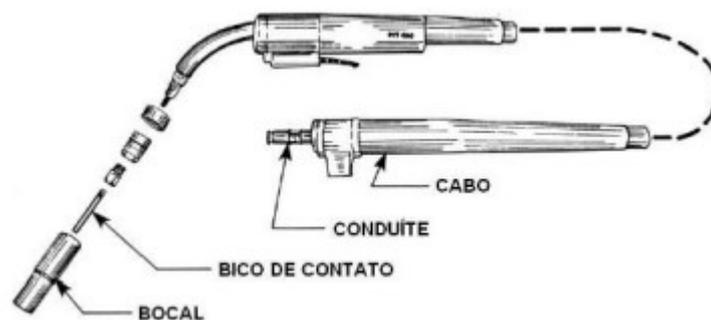


Figura 4 - Tocha seca para soldagem MIG/MAG. (Apostila ESAB, 2006)

O arame para soldagem MIG/MAG é disponibilizado em bobinas/carretéis. Assim ele pode chegar até a tocha e para que ocorra a formação do arco elétrico é necessário um sistema alimentador, que está exemplificado na Figura 5. Esse sistema é composto basicamente por um motor alimentador e roletes de arraste ou tração graduados de acordo com o diâmetro do arame.



Figura 5 – Alimentador de arame . (SUMIG, 2023)

O método de controle das variáveis do alimentador de arame, é obtido através do deslocamento em cm/min ou m/s, velocidade de alimentação. Não obstante, antes de começar a soldagem, deve ser determinado também fatores como o diâmetro do arame e corrente de soldagem, por exemplo.

O gás de proteção é essencial para soldagem MIG/MAG, visto que seu uso mantém a poça de fusão protegida contra contaminações presentes na atmosfera, causadas principalmente por nitrogênio (N<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>) e vapor de água (H<sub>2</sub>O), além de influenciar em variáveis como molhabilidade, modo de transferência metálica e estabilidade do arco elétrico.(ESAB,2006).

Este gás pode ser determinado através da espessura da chapa, do material utilizado e o modo de transferência.

### **2.2.2 – Parâmetros do processo**

Como todo processo de fabricação, é necessário seguir parâmetros de processo que garantem a viabilidade e qualidade da peça a ser fabricada. No que diz respeito a soldagem MIG/MAG não é diferente, sendo necessário seguir alguns parâmetros descritos abaixo.

A princípio, é necessário a seleção do material de acordo com as propriedades mecânicas desejadas da peça final, sempre levando em consideração a viabilidade econômica do processo.

Com um material especificado, podemos inferir algumas considerações sobre os parâmetros de soldagem, como modo de transferência, corrente, tensão e diâmetro do arame. Mas, na prática, é importante fazer considerar as experiências prévias e adquiridas nos processos realizados com sucesso.

Segundo Jones (1978) apud Modenesi, pode-se dividir o processo de soldagem em quatro grupos básicos:

- Tipo e espessura do metal de base; Propriedades requeridas para o metal da solda.
- Processo de soldagem; Equipamento; Projeto da junta; Técnica de soldagem; Tipo e diâmetro do eletrodo, fluxo, gás, etc;
- Posicionamento da tocha em relação à peça.
- Corrente (tipo e intensidade); Tensão e velocidade de soldagem.

A variação na tensão do arco pode afetar diversos parâmetros da solda. No entanto muitas das falhas provocadas por esse processo, podem ser vistas a olho nu pelo soldador e conseqüentemente o mesmo tem chance de corrigir o defeito da peça. Essa divergência ainda pode afetar a microestrutura do cordão, o que determina o sucesso ou falha sobre o metal transferido e a junta produzida.

A corrente é dada quando temos um arco de solda, ou seja, temos a nossa corrente de solda. Quando ocorre a variação da velocidade de alimentação de arame (eletrodo) a mesma também varia seu valor. Caso as outras constantes se mantenham estáveis é possível alcançar maior penetração, cordões espessos e elevada taxa de deposição de metal se aumentar o valor da corrente de solda.

A velocidade de soldagem é a velocidade com que o operador move a tocha de solda, deslocamento do arco elétrico, no percurso indicado da união. Para obter maior penetração diminui-se a velocidade, quando há excesso de velocidade o cordão apresenta cortes por falta de material fundido.

Na soldagem MIG/MAG, tem-se a possibilidade de variar inúmeros parâmetros até

conseguir o efeito desejado, mas além desses existem outros que são definidos previamente e durante um processo de soldagem não há como modificá-los. Como exemplo temos o diâmetro e a composição do eletrodo, e o tipo de gás de proteção.

A vazão do gás de proteção pode variar de acordo com o processo de solda, curto circuito, spray ou arco pulsado, ela é quantificada de acordo com os litros de gás espalhados por minuto. Logo, como possui a função de estabilizar o arco e minimizar respingos, a vazão e composição química do gás varia de acordo com a corrente de soldagem.

Tabela 2 – Relações de Gás e Corrente de soldagem (adaptado, Modenesi , 1978).

Diâmetro (mm)	Corrente de Transição (A)	Gás de Proteção	Material
0,6	135	Ar-2%O <sub>2</sub>	Aço baixo Carbono
0,8	150		
0,9	165		
1,2	220		
1,6	275		
0,9	155	Ar-5%O <sub>2</sub>	
1,2	200		
1,6	265		
0,9	175	Ar-8%CO <sub>2</sub>	
1,2	225		
1,6	290		
0,9	180	Ar-15%CO <sub>2</sub>	
1,2	240		
1,6	295		
0,9	195	Ar-20%CO <sub>2</sub>	
1,2	255		
1,6	345		

### 2.2.3 – Vantagens e Desvantagens do processo

Assim como todo processo de fabricação, a escolha da soldagem MIG/MAG traz consigo vantagens e desvantagens para aplicações de alta e baixa produção.

De acordo com O'Brien (1997) o processo de soldagem MIG/ MAG é um dos mais importantes e versáteis processos para união de metais utilizado na indústria , com vantagens como:

- Utilizar eletrodo consumível contínuo (arame) que pode ser usado na soldagem de todos os metais e ligas metálicas comerciais;
- Alimentação contínua de arame, limitante encontrado em processos de soldagem a arco por eletrodo revestido;
- Não há necessidade de remover escória;
- Menor tempo de execução de solda comparado ao eletrodo revestido, cerca de metade do tempo;
- Permite soldagem em todas as posições;
- Elevada taxa de deposição de material;
- Maiores velocidades de soldagem e, conseqüentemente, maior produtividade;
- Exigência de pouca limpeza do cordão de solda após o procedimento de soldagem.
- Processo de fácil automatização;
- Baixa emissão de gases nocivos ;

Diante disso, afirma O'Brien (1997) que para trabalhos que exigem alta produtividade e que podem ser robotizados, o processo de soldagem MIG/MAG é o mais interessante para ser usado. Entretanto, o mesmo autor ainda cita algumas limitações, conforme lista abaixo:

- O equipamento é mais complexo e menos portátil que o eletrodo revestido, por exemplo;

Em espaços menores ou de difícil acesso, o tamanho da tocha e a necessidade de proximidade da tocha com o material a ser soldado para garantir a proteção gasosa são fatores limitantes;

- Não é aconselhado utilizar este processo de soldagem em locais abertos, devido a interferência de ventos que podem deslocar a proteção gasosa e contaminar o cordão de solda;
- Níveis relativamente altos de calor irradiado e intensidade do arco podem afetar a saúde do soldador.

Também, o processo MIG/MAG possibilita trabalhar com três técnicas distintas de transferência de metal. Curto circuito, globular, arco pulsado e aerossol (*spray arc*).

Esses modos descrevem como o metais de adição é transferido do arame para a junta ou poça de fusão.

No presente trabalho vamos abordar o uso de apenas uma técnica de transferência, a por *spray arc*, onde pequenas gotas de metal são soltas da extremidade do eletrodo e lançadas por forças eletromagnéticas à poça de fusão. O uso desse método, é devido a sua capacidade de trabalhar com uma larga faixa de espessura de material e tipos de juntas. Além disso, vale ressaltar que o modo de transferência pode variar de acordo com os parâmetros de solda.

## **2.3 – Should cost**

Um bom estudo de custo adequado, *should cost analysis*, é uma tentativa de promover uma separação por área de gasto. Este procedimento pode ser utilizado para determinar o valor gasto para fabricar um produto, com a premissa que a economia esteja estável durante um período e o modo de produção eficiente. A aplicação de custos de suporte permite realizar uma análise detalhada e exigir que os fornecedores eliminem ineficiências que afetam o preço final.(BURT, 2004).

O aparecimento, avanço e desimpedimento de novas tecnologias cada vez mais avançadas criaram um mercado consumidor cada vez mais exigente e competitivo para novos processos, produtos e serviços. Dessa maneira, para acatar a economia global, as corporações devem progredir continuamente para se conservar no mercado, o que significa um acréscimo expressivo da competição ano após ano.

Primeiramente nessa conjuntura, a descrição dispêndio x proveito do resultado torna-se o mais essencial aos olhos do cliente, tornando-se portanto um elemento imprescindível para conservar a competitividade da indústria no mercado.

Destarte nasceu um instrumento de análise de custos que visa analisar todas as nuances de um deliberado método de produção, a partir da obtenção da matéria-prima até as etapas de repartição do produto, que incluem impostos, mão de obra e insumos do processo.

### **2.5.1 – Definições de custos**

Para desenvolver o *should cost* é preciso, de início, escolher todos os custos presentes

no processo, e assim obter uma ferramenta eficaz baseada na metodologia.

Em conformidade com Marchi (2017), define-se dispêndio conforme um gasto, sendo analisada de combinação com essa descrição, já que nesse parágrafo são alocados pontos associados à manufatura de bens e serviços no método de fabricação de um item ou prestação de um deliberado emprego acertado. Desse maneira, o dispêndio torna-se um componente que relaciona o uso de quaisquer serviços e produtos, vinculado em valores monetários, resultando, ou não, na concepção de renda.

De concordância com Strutz (2017), dentre os custos envolvidos nos processos de uma linha de manufatura, em uma indústria, podem-se evidenciar os custos diretos e indiretos.

### **2.5.1.1 – Custos Diretos**

Os custos diretos são diretrizes que podem estar quantificadas e identificadas no produto ou trabalho e determinadas com destreza. Desse modo, não há necessidade de critérios de rateios para serem alocados aos produtos fabricados ou serviços prestados. (STRUTZ, 2017).

Também, é possível inferir que eles são variáveis. Segundo Leone (1997), esses custos variam conforme a quantidade de operações. Para dar início a projeção dos custos variáveis, é preciso determinar a produção em grandezas físicas. Por exemplo, definir que serão produzidos 10 separadores de cana por dia, em uma planta industrial.

Sendo assim, é possível identificar que os custos variáveis dependem da quantidade produzida, ou seja, os custos diretos para produzir 10 separadores de cana, são divergentes dos gastos para fabricar 100 separadores de cana.

Portanto, de consonância com Strutz (2017), os gastos diretos envolvidos na fabricação de produtos ou serviços serão a mão de obra direta, custos para compra ou aquisição do material produtivo e custos de construção do bem, enquanto esse é finalizado.

### **2.5.1.2 – Custos Indiretos**

Segundo Leone (2000), os custos indiretos não podem estar amarrados de maneira

direta aos bens e serviços produzidos e, caso estes estiverem relacionados, é preciso que sejam aplicados os critérios de rateio.

Logo, são gastos que uma empresa necessita para se manter em operação, mas que não possuem conexão direta com o resultado final, uma vez que estes custos estão relacionados com vários itens simultaneamente.

Os custos indiretos variáveis envolvidos no sistema produtivo são os custos de energia elétrica, água da fábrica, materiais de higienização, custos de conservação do ferramental, perda de valor do maquinário e mão de obra indireta, ou seja, aquela que não está envolvida exatamente com o processo de produção, conforme, por modelo, os funcionários da extensão administrativa da companhia.

Sendo assim, os gastos indiretos possuem outra classe, a dos custos indiretos fixos. De concordância com Leone (2000), os custos fixos são os gastos que tendem a se conservarem constantes, livre da porção de produtos. Logo, esses custos são previamente fixados, não sofrem alterações juntamente a manufatura.

Além dos custos diretos e indiretos, há custos atrelados aos impostos municipais, estaduais e federais, sendo imprescindível suas corretas quantificações, porque esses afetarão na estimativa posterior de saída do produto.

Portanto, o dispêndio último do produto será a soma dos custos diretos variáveis, custos indiretos fixos e variáveis, impostos atribuídos e margem de lucro pré-estabelecida.

### **2.5.2 – Metodologia aplicada**

A metodologia de Should Cost busca fornecer uma faixa de custo objetiva, detalhada para um determinado produto ou serviço, assumindo um processo eficiente e cenário econômico estável. A Figura 6 traz um fluxograma explicitando as etapas utilizadas para que seja possível a adoção da metodologia should cost.



Figura 6 – Fluxo de processos de *Should Cost*. Adaptado de (RAVIKANTI, 2019).

Semelhante observado acima, o método de trabalho *should cost* se inicia junto a etapa de análise de entrada, a qual visa aportar as características iniciais do sistema, definindo a lista de materiais a serem utilizados, elaboração de modelos computacionais, especificações, descrição do tamanho da produção e deliberação do lugar de produção.

A próxima etapa, visa executar a premissa de dados do plano, ou seja, definir os custos dos materiais, taxas de contratações, salários e benefícios, gastos com a compra de maquinários, conseqüentemente sua depreciação.

Em seguida, há a etapa de cômputo do material, na qual se define a graduação e constituição dos materiais, estimativa de peso total, conforme o palpite da taxa de material improdutivo, que virará sucata.

Na continuidade, é indispensável determinar o plano de ação da linha de manufatura que está para ser implementada, este inclui as capacitações dos colaboradores, volume do maquinário, para sua seguinte colocação de maneira correta no posto de trabalho. Afora disso, é essencial que seja decidido os fluxos de ação, de tal maneira que a análise do ferramental a ser usado também seja verificado.

O próximo item é chamado de período de ciclo. Ele aborda todos os tempos envolvidos no processo de fabricação da peça, sendo esses as jornadas de ocupação e período de operação das máquinas. Além disso, há a escrituração dos tempos referentes aos parâmetros operacionais dos maquinários, por modelo, taxa de produção por instante, tempo de sustento dessas máquinas etc.

O imediato item do fluxograma, aborda o exemplar de custo propriamente declarado, isto é, os custos envolvidos no serviço e nas máquinas, custos variáveis inerentes ao procedimento, dispêndio de reposição ferramental e eventuais custos de perda.

Após, há a etapa de exame dos custos envolvidos, a qual faz análises criteriosas e confiáveis dos processos, revisam etapas de manufatura, analisam custos dos

fornecedores contratados, finanças e revisão dos custos de provimento, posto que o produto já foi finalizado e se encontra prestes para liberação.

Por derradeiro, é feita a análise de dispêndio último da linha de manufatura, que evidenciam os direcionadores de custos, realizam comparações junto outros processos e/ou com concorrentes. igualmente, contribuem nessa etapa, a análise das falhas, análises *What If*, uma técnica que identifica riscos em uma aproximação inicial, e análise TCO (*Total costs of ownership*), a qual, conforme Hoinaski (2017), é uma ferramenta de análise de custos, que se comunica à escrituração do conjunto de suprimentos.

Ao fim de todas as etapas e parâmetros definidos, torna-se praticável a composição do *should cost* que seja honesto, maleável e simultaneamente traga resultados robustos, porque, o custo de fabricação ficaria bem definido, possibilitando precificá-lo corretamente e, por efeito, ocupar durabilidade em um mercado extraordinariamente competitivo e em permanente desenvolvimento

### **3 – METODOLOGIA**

Neste capítulo, serão abordados os aspectos referentes à metodologia aplicada neste trabalho para a fabricação de um separador de cana, utilizando-se de um método de fabricação, sendo ele, a soldagem MIG/MAG.

Para a realização da viabilidade do processo de fabricação, visando obter o melhor custo benefício, será utilizada a metodologia *should cost*, a qual fará a análise de todos os custos, diretos e indiretos, envolvidos na produção de separadores de cana.

#### **3.1 – Separador de cana selecionado**

Dentre os tipos de separadores de cana, já abordados neste trabalho, será desenvolvida uma linha de produção para divisores de linha de cana da montadora Case IH A 8810, sem distinção de lado, pois o processo é equivalente para ambos.

Além disso, é preciso determinar a quantidade de peças necessárias para montar cada uma. De acordo com a peça final é possível obter as suas dimensões, como, massa, largura, comprimento, altura, ângulo de ataque. Algumas particularidades não há como identificar, visto que, as empresas que fabricam estes equipamentos têm suas políticas de

confidencialidade.

Dessa forma, tem-se algumas medidas as quais podem trazer a este trabalho uma imagem em verdadeira grandeza do produto em estudo, o qual possui as seguintes dimensões e relações:

- Altura (A): 1611,52 mm;
- Largura de base 2: 826,73 mm;
- Comprimento de base (Cb): 1784,74 mm;
- Largura superior (Ls): 175,5 mm;
- Ângulo de Ataque (Ai): 155°;
- Ângulo externo (Ae): 9,61°;
- Comprimento superior (Cs): 2455,76 mm.

Sendo que, de acordo com as especificações, a largura de base se refere à dimensão de abertura das laterais. Dessa forma está relacionada com os ângulos interno e externo, uma vez que, o ângulo interno é maior, pois tem a função de estreitar o caminho por onde a cana passa. Já o externo tem objetivo de afastar as linhas que não estão sendo consumidas.

O comprimento do separador, foi definido de acordo a atender a uma altura média de colheita, a qual apresenta as possíveis dimensões de comprimento, de acordo com a variação do modelo produzido.

A Figura 7 ilustra o modelo, retirado do catálogo do fabricante Case IH A 8810, do separador de cana, com as dimensões do comprimento superior, comprimento de base e a altura, conforme foram especificados acima.

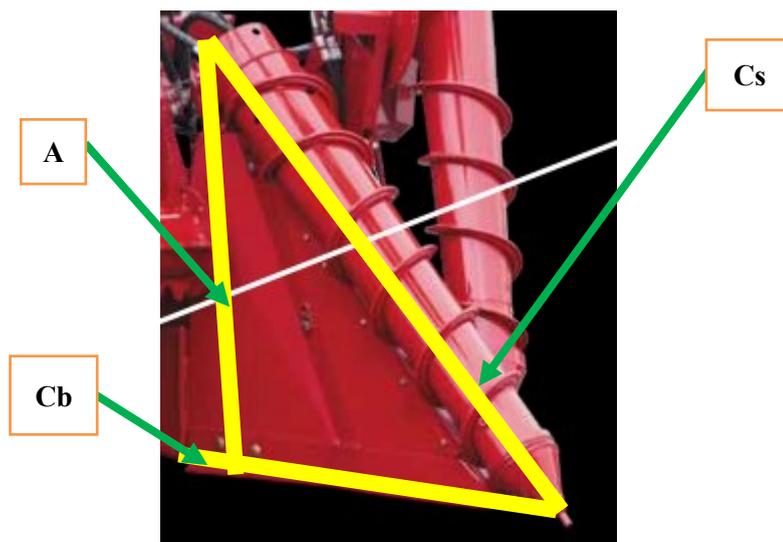


Figura 7 – Modelo de separador de cana. (Case IH A8810, 2023).

Ainda podemos observar que a vista panorâmica da peça deixa evidente as dimensões estabelecidas pelo autor. A seguir, a Figura 8 mostra as vistas frontal, do separador selecionado, também retirado do catálogo do fabricante, com as dimensões de três partes do separador, representadas.

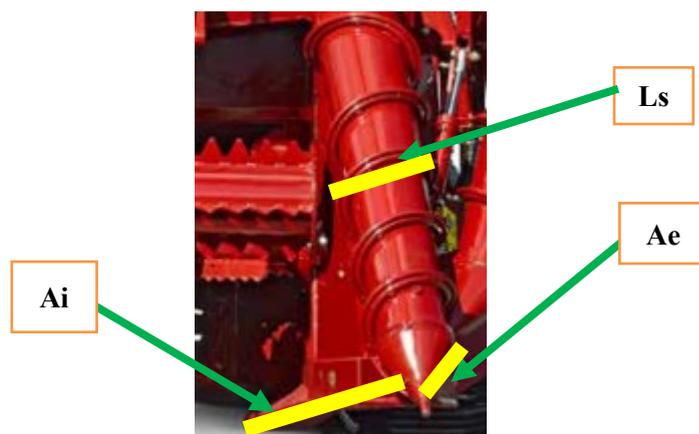


Figura 8 – Vista frontal do modelo de separador de cana. (Case IHA 8810, 2023)

### 3.2 – Material selecionado

De acordo com Fablev (2023), para a fabricação de divisores de linha, há uma série de normas, que determinam a composição material dos separadores. Dessa maneira, para escolha do material optou-se por seguir as normas vigentes da ABNT.

Para esse trabalho, optou-se pela escolha da norma ABNT 1020, 2022, com boas

propriedades mecânicas e resistência, a qual tem suas composições materiais representadas abaixo na Figura 9.

Aço	%C, em peso
ABNT 1008	0,08
ABNT 1010	0,10
ABNT 1015	0,15
ABNT 1020	0,20
ABNT 1025	0,25
ABNT 1035	0,35
ABNT 1045	0,45
ABNT 1060	0,60
ABNT 1084	0,84
ABNT 1095	0,95

Figura 9 – Norma ABNT 1020 (Norma ABNT, 2022).

Para a produção do separador, optou-se pela utilização da norma ABNT, classe de resistência média, boa soldabilidade e temperabilidade, com a seguinte composição química:

- Ferro (Fe): 98,365 %;
- Carbono (C): 0,2 %;
- Manganês (Mn): 1,05 %;
- Fósforo (P): 0,035 %;
- Silício (Si): 0,35 %;

Ao se combinar a norma SAE 1020, juntamente ~~com~~ a composição química adotada, conforme a Figura 9 indica, o separador terá dureza de 64 HRB, além disso, temos algumas propriedades relevantes para a nossa aplicação, resistência à tração de 394,2 MPa, módulo de elasticidade 200 Gpa (AÇOS NOBRE).

### 3.3 – Linha de produção

A linha de produção pode ser definida como um modelo padronizado de sequências de trabalho com um tempo pré estabelecido. Nos subitens a seguir, serão percorridas todas as etapas da linha de produção para o processo de fabricação adotado: Soldagem Mig/Mag.

### **3.3.1 – Linha de produção: Soldagem MIG/MAG**

De início, é necessário a aquisição dos arames que servirão de matéria prima para o separador. Para a elaboração desse processo, se faz preciso a compra dos seguintes elementos: chapas de aço 1020 conformadas, EPI, espátulas, ferramental, gás de proteção.

Em seguida, é necessário a separação das chapas, de acordo com a etapa do processo de fabricação. Isto é, precisa-se formar um conjunto de subitens que ao fim do processo resultará na peça final.

A próxima etapa consiste na construção dos itens da pré montagem selecionados de acordo com o grau de dificuldade e tempo gasto. Para a linha de produção em questão, serão utilizados cinco módulos de construção, sendo três para etapas finais e duas para as etapas iniciais do processo.

Já a capacidade produtiva, será de acordo com necessidade da linha de produção em um dado período. O dispositivo de solda, todo fabricado em aço carbono, é dotado dos seguintes detalhes técnicos:

- Rigidez;
- Motor Weg;
- Pés niveladores;
- Sargentos e grampos;
- Bancadas móveis;
- Posicionadores hidráulicos;
- Dispositivo de içamento.

Para os 3 dispositivos iniciais, cujas peças são feitas separadas, não há necessidade de motores para efetuar o giro da peça. Posteriormente, todas as peças são levadas para um outro equipamento onde se dá início a montagem de todas as partes, e alguns itens particulares de cada modelo.

Ressalta-se que, conforme especificações do fabricante, a composição do ar para se ter uma solda excelente, é de 92 % Ar e 8% CO<sub>2</sub>, dessa forma é possível atingir uma união de acordo com o esperado.

Logo, tem-se a capacidade de produzir uma solda livre de defeitos internos quanto

externos. A seguir uma representação que mostra um exemplo de linha de mistura Ar/CO<sub>2</sub>.



Figura 10 – Linha de Ar/CO<sub>2</sub>. (GERAIS, 2023).

Ainda na etapa de dispositivos, é necessário a presença de talhas elevadores para reduzir o esforço do soldador e promover qualidade ergonômica no ambiente de trabalho. Assim, torna o local de serviço coerente com as leis e normas presentes dentro e fora da empresa.

Para a linha de produção em questão, optou-se pela escolha da máquina de solda FONTE MIG MAG LINCOLN ELECTRIC, a qual, de acordo com Aventa (2023), é indicado para locais com ventilação sob demanda e possui soldabilidade com arco estável para aplicações severas.

Essa fonte permite o controle da corrente, voltagem e velocidade de alimentação. Além disso, possui sistemas isolados de micro partículas e do ar admitido para refrigerar o equipamento, evitando possíveis contaminações, maior segurança de operação, isto é, evitar alcançar altas temperaturas e acúmulo de sujeira em locais frágeis.



Figura 11 – Fonte de solda MIG/MAG. (LINCOLN ELECTRIC, 2023).

A Figura 11 mostra o dispositivo de solda mais utilizado para esta aplicação. Vale destacar que a comunicação entre os diferentes maquinários se dá através de linhas de produção, com o auxílio de empilhadeiras, pontes rolantes automatizadas, que transportam as peças de um ponto até outro.

Conforme dito anteriormente, a próxima etapa da linha produtiva será a construção, que ocorrerá por meio da combinação de vários posicionadores e estrutura do dispositivo, com o formato da peça desejada e a atuação de cilindros hidráulicos, que pressionará as partes do conjunto final, para não haver defeitos na peça final.

O primeiro equipamento utilizado, terá vários sargentos, posicionadores com aperto roscado, e espaçadores, o qual é desenvolvido por empresas terceirizadas conforme a demanda, com as devidas dimensões e relações já apresentadas nesse trabalho. Após essa etapa, a peça verde já estará incluso, com o formato definido.

Para o segundo dispositivo, será utilizado além dos itens de contenção já mencionados, posicionadores hidráulicos, cujo objetivo é posicionar buchas com elevada precisão e pressão adequada na estrutura.

Por fim, como os primeiros equipamentos possuem uma grande quantidade de itens que não fazem parte da peça, o acesso a algumas áreas é bloqueado. Dessa forma, para concluir a solda do separador é preciso mais um dispositivo. Logo na terceira e última etapa, é possível soldar e adicionar pequenas peças, em locais onde os posicionadores não permitiam.

A etapa seguinte consiste na limpeza da peça, para alcançar uma boa pintura final as

montagens finais passam por alguns processos de limpeza. Não obstante, a solda gera muitos respingos que aderem na superfície, o que pode causar uma pintura irregular, como solução, os soldadores usam anti-respingo antes do processo de solda, para que, ao final, eles possam eliminar facilmente os resíduos indesejados.

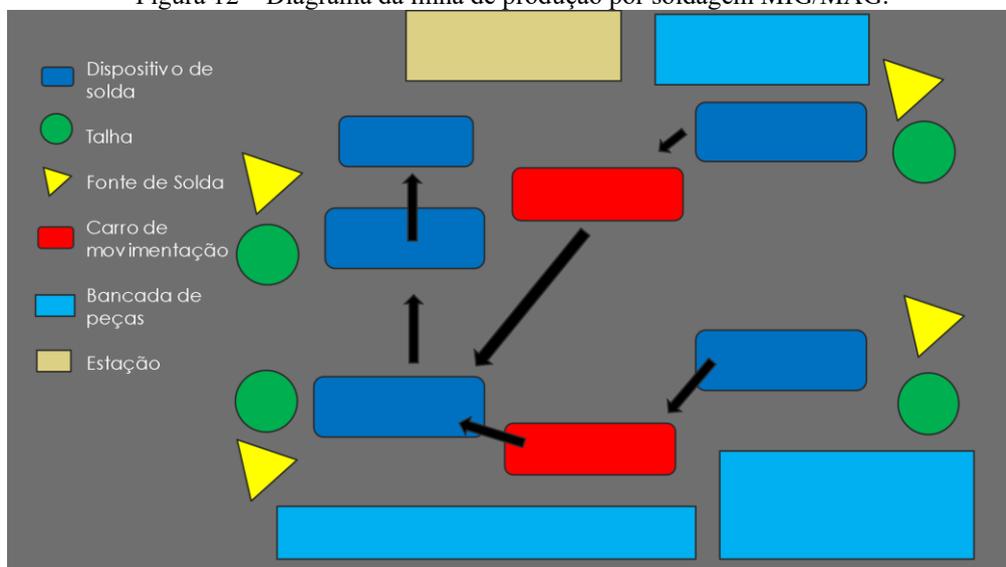
A qualidade das peças produzidas por soldagem é distinta, após a união, é necessário a adoção de procedimentos de limpeza da peça, como por exemplo, respaldo ou lixação. Dessa forma, recomenda-se que tenham uma equipe de controle de qualidade, que através de equipamentos de medição e calibração, como micrômetros e paquímetros, consigam manter as especificações padronizadas, controlando periodicamente o lote produzido.

Devido às colhedoras de cana não serem uma máquina altamente utilizada, como os tratores e pulverizadores, a sua produção diária é baixa. Assim, estima-se que a produção diária de separadores de linha não vai superar, no período de estudo ( época em que as indústrias fazem poucos investimentos), dez produtos diários.

Além disso, também pode ser introduzido nesse sistema de produção, processo automatizado de solda, porém é um investimento mais elevado, o que pode não ser um método atraente para o produto final.

Por fim, para ilustrar toda a linha de produção descrita acima, segue figura, um esboço que indica as etapas e fluxos dos processos envolvidos na produção dos separadores de cana, por soldagem MIG/MAG.

Figura 12 – Diagrama da linha de produção por soldagem MIG/MAG.



## **4 – SHOULD COST E DISCUSSÕES**

Conforme mencionado anteriormente, o objetivo deste trabalho deve ser determinar os custos associados à produção de separadores de linha para colheitadeiras de cana-de-açúcar por soldagem MIG/MAG em um processo de produção usando a metodologia should cost.

Com o auxílio da análise dos custos totais obtidos pelo registro dos custos diretos e indiretos, é possível determinar o quão esse processo é o mais rentável economicamente e assim garantir uma linha de produção mais adequada para esta peça.

Além disso, algumas simplificações foram levadas em consideração para viabilizar a aplicação do método, como ignorar o custo de transporte de peças por linhas de produção automatizadas, transportadores automatizados, etapas de conformação, ou seja, dobra, corte, etc.

Neste caso, são consideradas apenas as máquinas responsáveis pelos processos de transformação do material, como fontes de soldagem. No entanto, alguns itens exclusivos de um determinado processo, como equipamentos de soldagem e elevação, são contabilizados nos custos de produção. Porém, mesmo com tais aproximações, os resultados obtidos refletem fielmente as diferenças nos métodos de produção.

### **4.1 – *Should cost*: Soldagem MIG/MAG**

Em seguida, será utilizada a metodologia should cost para aferir os custos envolvidos no processo de fabricação do separador de cana da colhedora Case IH A 8810 por meio da união soldada MIG/MAG. Antes de iniciar, é esperado uma taxa de produção de 10 separadores por dia.

Para que os resultados do trabalho sejam analisados a longo prazo, os custos serão estimados em um período de 5 anos de produção ininterrupta, com a fábrica operando 40 horas semanais, em um turno diário de 8 horas, o qual ocorre de segunda à sexta. Já aos finais de semana, só haverá trabalho para corrigir o banco de horas e a produção.

#### 4.1.1 – Custo de aquisição do ferramental e maquinário

Para a linha de produção por soldagem utilizou-se os seguintes equipamentos, máquina de solda lincoln electric, máscara de proteção, roupa de proteção, espátula, sargentos, posicionadores, recipiente de arame, marreta, chave de aperto, carros de movimentação de peças, bancadas e talha de elevação com capacidade de 500 kg e 1000 kg de carga suportada. Não obstante, os aparelhos de solda estão em pontos suspensos para melhor aproveitamento do espaço.

Portanto, cada etapa de solda diferente vai necessitar de um soldador e uma máquina de solda disponível, assim a planta vai precisar de 4 equipamentos, de acordo com os itens e contas abaixo:

- Massa: 160 kg;
- Dimensões: 880x696x1020 mm<sup>3</sup>;
- Modelo:CV-510;

A disposição das máquinas fica de forma a reduzir o tempo de movimentação de peças e produção parada. Assim, entre os dispositivos iniciais há uma talha de elevação, duas máquinas Lincoln, dois carros de movimentação e bancada de peças. Para a montagem e solda final é preciso de uma talha e duas máquinas de solda.

A Tabela 3 reúne os custos envolvidos com o investimento inicial dos equipamentos. Vale lembrar que os custos de aquisição de equipamentos industriais possuem um valor de mercado superior ao que se encontra atualmente.

Tabela 3 – Investimento inicial de equipamentos para soldagem MIG/MAG.

<b>Equipamentos da linha de produção</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor total</b>
Máquina de Solda Lincoln CV-510	R\$ 11.399,05	4	R\$ 45.596,20
Talha elevadora.	R\$ 15.000,00	2	R\$ 30.000,00
Carros de movimentação e bancadas	R\$ 2.000,00	6	R\$ 12.000,00
Ferramental e equipamentos de proteção	R\$ 15.900,00	2	R\$ 31.800,00
Dispositivos de solda	R\$ 10.499,85	6	R\$ 62.999,01
<b>Investimento inicial de equipamentos</b>			<b>R\$ 182.395,21</b>

#### **4.1.2 – Custo de aquisição da matéria prima**

Para determinar os custos de material, é importante primeiro estimar o número de separadores a serem produzidos durante o mês. Portanto, é importante definir o tempo de trabalho diário para determinar o número de peças produzidas por dia.

A produção é executada de segunda a sexta-feira em turnos de 8 horas, incluindo traslado e paradas para manutenção. Isto é, durante uma semana, os separadores serão produzidos em um tempo de operação de 40 horas semanais. Já que o ano possui 52 semanas, o tempo total de produção será de 2080 horas.

Logo, como a produção é de 10 separadores por dia, temos que em 1,25 horas será produzido um separador. Portanto, em um mês serão fabricados 2600 separadores, totalizando, em um período de 5 anos 13000 separadores de linha.

Em média, cada separador pesa 267,4 kg. Para o dimensionamento da quantidade de matéria prima necessária, multiplica-se a massa pelo número de separadores, resultando em 58 025,8 kg/mês de matéria prima, aproximadamente.

Para o aço carbono 1020, tem-se um valor médio por quilograma de R\$25,80, assim o custo mensal da matéria prima bruta é de R\$1 497 065,64.

A aquisição de bobinas de arame para fazer a união das peças, segundo LINCOLN ELECTRIC, o mais indicado para essa aplicação seria o arame sólido Merit S-6, que possui custo de R\$429,98 a bobina com 15 kg. Logo, como a planta possui quatro máquinas de solda, será necessário quatro bobinas por semana, assim temos um custo em 5 anos de R\$89 435,84.

No entanto, para simplificar os cálculos, deve-se mencionar que os aumentos significativos de preços devido à inflação e às flutuações do mercado ao longo dos anos foram negligenciados.

#### **4.1.3 – Custos de mão de obra direta**

Para determinar o valor da mão de obra direta, primeiro foi preciso definir o número de trabalhadores por turno em cada área, considerando que a indústria opera em um turno, no qual o pessoal que trabalha no desenvolvimento e manutenção estão presentes.

Os valores salariais são dados na Tabela 4 com o valor acumulado de 5 anos de trabalho na linha de produção. Vale ressaltar que os custos com férias e 13º foram

desconsiderados para simplificar os cálculos.

<b>Colaborador por área</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Salário</b>	<b>Valor total por grupo de colaborador</b>
Operador das empilhadeiras	2	R\$ 2.500,00	R\$ 5.000,00
Soldadores	3	R\$ 4.500,00	R\$ 13.500,00
Facilitador	1	R\$ 3.200,00	R\$ 3.200,00
Técnico em Solda	1	R\$ 2.100,00	R\$ 2.100,00
Engenheiro Mecânico	1	R\$ 7.395,93	R\$ 7.395,93
Líder de equipe	2	R\$ 4.500,00	R\$ 9.000,00
Inspeção de lotes			
Gerente geral	1	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
	1	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
<b>Custo mensal de mão de obra direta</b>		<b>R\$ 51.695,93</b>	
<b>Custo em 5 anos de mão de obra direta</b>		<b>R\$ 3.101.755,80</b>	

Tabela 4 – Custos de mão de obra direta para soldagem MIG/MAG.

#### 4.1.4 – Custos de manutenção e depreciação

Ao começar a estimativa dos custos indiretos da linha de produção, é necessário estimar os custos com manutenção e a perda de valor do maquinário no decorrer dos 5 anos de produção da linha.

Segundo Arantes (2020), é possível estimar uma perda material de dez por cento por ano com o equipamento, portanto, em 5 anos de uso, em um formato semelhante a juros compostos, o equipamento perde o seu valor de mercado da seguinte maneira:

- Valor Inicial (tabela 7): R\$ 182 395,21;
- Valor Após 1 ano: R\$ 164 155,69;
- Valor após 5 anos: R\$ 96 932,29;

Portanto, o valor total de depreciação é o valor inicial de investimento dos equipamentos menos o valor após cinco anos de uso contínuo, resultando em um gasto de R\$96 932,29.

Não obstante, a Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN, 2019), afirma que, os custos médios com reparos e cuidados com equipamentos, é de cinco por cento ao ano, totalizando 25 por cento do valor investido na aquisição num período de 60 meses.

Assim, no decorrer do período estudado, a operação desta linha de produção pode alcançar o valor de R\$45 598,80 proporcionais aos custos da manutenção dos equipamentos.

#### 4.1.5 – Custos de mão de obra indireta

Os custos indiretos de mão de obra incluem os funcionários que trabalham na empresa, mas fora da linha de produção, como em cargos administrativos e contábeis.

A Tabela 5 mostra os custos relacionados à mão de obra indireta por um mês e cinco anos. Vale ressaltar que os custos com férias e 13º foram desconsiderados para simplificar os cálculos.

Tabela 5 – Custos de mão de obra indireta para soldagem MIG/MAG.

<b>Colaborador por área</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Salário</b>	<b>Valor total por grupo de colaborador</b>
Contador	1	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00
Marketing e RH	3	R\$ 3.000,00	R\$ 9.000,00
Vendedor	1	R\$ 3.900,00	R\$ 3.900,00
Diretor	1	R\$ 17.000,00	R\$ 17.000,00
<b>Custo mensal de mão de obra indireta</b>			<b>R\$ 33.900,00</b>
<b>Custo em 5 anos de mão de obra indireta</b>			<b>R\$ 2.034.000,00</b>

#### 4.1.6 – Custos indiretos

Os custos indiretos consideram, gastos com aluguel, manutenção, limpeza predial, realizados por uma empresa terceirizada, gastos com energia e água. Além disso, os gastos com envio, ou seja, expedição e recebimento, também são realizados por empresas terceiras que prestam este tipo de trabalho, de forma segura e eficaz.

Para quantificar os custos de energia, quarenta por cento dos gastos de produção estão relacionados ao consumo de energia, de acordo com a Associação Industrial do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2017).

A soma dos custos de aquisição de equipamentos e custos de mão de obra direta foi considerada como custo de produção. A Tabela 6 mostra os custos indiretos da linha de produção, incluindo custos operacionais mensais, anuais e quinquenais.

Tabela 6 – Custos indiretos para soldagem MIG/MAG.

<b>Custo</b>	<b>Valor</b>	<b>Custo</b>	<b>Custo em 5 anos</b>
Aluguel mensal do	R\$ 00,00	R\$ 00,00	R\$ 00,00
prédio Energia Elétrica	R\$ 18.314,39	R\$	R\$
Empresa de limpeza e manutenção predial	R\$ 10.000,00	R\$	R\$ 600.000,00
Água	R\$ 2.000,00	R\$ 24.000,00	R\$ 120.000,00
Empresa de	R\$ 15.000,00	R\$	R\$ 900.000,00
expedição		<b>R\$ 2.718.863,40</b>	

Por fim, assumiu-se uma margem de quinze por cento de lucro sobre o valor final da produção, assim representando o total de todos os custos diretos e indiretos associados ao processo. A Tabela 7 resume todas as despesas envolvidas no processo, incluindo a margem de lucro esperada para a fabricação dos separadores de cana.

Tabela 7 – Custos totais para soldagem MIG/MAG

<b>Custo</b>	<b>Custo em 5 anos</b>
Equipamento	R\$ 182.395,21
Manutenção	R\$ 45.598,80
Depreciação	R\$ 96.932,29
Matéria prima	R\$ 89.913.374,20
Mão de obra direta	R\$ 3.101.755,80
Mão de obra indireta	R\$ 2.034.000,00
Custos indiretos	R\$ 2.718.863,40
<b>Custo total (com lucro de 15%)</b>	<b>R\$ 112.806.858</b>

Para se determinar o custo unitário de cada separador de cana, é necessário determinar a quantidade que será produzida em 5 anos. Conforme citado no subitem “4.1.2 – Custo de aquisição de matéria prima”, serão produzidos, desconsiderando as flutuações de mercado, 13.000 separadores.

Não obstante para se determinar o valor de cada separador de linha, faz-se uso de uma equação que especifique o custo unitário em função do custo total e da quantidade de peças produzidas. Assim temos a equação (5):

$$Custo\ unitário = \frac{Custo\ total\ com\ lucro}{Número\ de\ separadores\ fabricados} = R\$ 8\ 677,45 \quad (5)$$

Portanto, a linha de produção baseada em soldagem MIG/MAG, produz separadores de cana, ao preço de R\$8 677,45. Sobre as vantagens e desvantagens do processo, revise o subitem “2.2.3 – Vantagens e desvantagens do processo”, o qual trata do assunto.

## 5 – CONCLUSÕES

Aplicando-se a metodologia *should cost*, foi possível analisar as variáveis de custos de um método de produção para uma mesma peça, um separador de cana, com 2455,76 mm de comprimento, produzido a partir de chapas conformadas do aço 1020 .

A linha de produção por soldagem MIG/MAG, produziu separadores ao custo de R\$ 8.677,45, o que mostra que, a cada dia, a soldagem avança como um processo de produção competitivo, ao produzir peças de qualidade e acabamento distintos, tolerância e flexibilidade quanto à adequação de novos projetos, com um preço competitivo para grandes lotes.

No entanto, quanto à flexibilidade do processo, bem como do desenho de um novo projeto ou mudança de modelo, ajuste de dispositivos e posicionadores para moldar, modelos computadorizados. Dessa forma, esse processo seria adequado para lotes específicos ou para a produção de separadores de grandes tamanhos.

Portanto, conclui-se que, para uma produção em larga escala, ou seja, a nível industrial, a soldagem MIG/MAG é o processo que mais atende, produzindo peças que são mais viáveis economicamente. Para que, tenhamos um produto final com qualidade e durabilidade num mercado global que exige cada vez mais da indústria.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SUMIG. Alimentadores de arame MIG/MAG. Disponível em: < [https://www.sumig.com/arquivo-catalogo/02\\_Maquinas\\_para\\_Soldagem/02\\_Maquinas\\_de\\_Solda\\_MIG-MAG/04\\_Alimentadores\\_de\\_Arame/Alimentador\\_de\\_Arame\\_MIG-MAG\\_SWF4.pdf](https://www.sumig.com/arquivo-catalogo/02_Maquinas_para_Soldagem/02_Maquinas_de_Solda_MIG-MAG/04_Alimentadores_de_Arame/Alimentador_de_Arame_MIG-MAG_SWF4.pdf) > Acesso em: março de 2023.

ARANTES, L.J. Planejamento e Organização da Manutenção, Uberlândia, 2020.

Modenesi; P., Introdução à física do arco elétrico, UFMG, Belo Horizonte, Janeiro, 2005. Disponível em: < [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3133/tde-02022009-162257/publico/hamilton\\_moreira.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3133/tde-02022009-162257/publico/hamilton_moreira.pdf) > Acesso em: março de 2023.

BURT, David N. Should Cost, a poupança de milhões de dólares. Air Force Institute of Technology, Estados Unidos, 2004.

SOLUÇÕES DYNAMIC AIR. Atenção aos Custos de Manutenção em sua Indústria. Disponível em: < <https://www.solucoesdynamicair.com.br/blog/atencao-aos-custos-de-manutencao-em-sua-industria> > Acesso em: maio de 2023.

FIRJAN. Quanto custa a energia elétrica. Disponível em: < <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/quanto-custa-a-energia-eletrica.htm#pubAlign> > Acesso em: maio de 2023.

FABLEV. Colhedoras de Cana. Disponível em: < <https://www.fablev.com.br/consultafamilia.asp?FamiliaID=10&an=colhedoras-cana&offset=0> >. Acesso em: abril de 2023.

ABNT. Introdução ao estudo dos aços. Disponível em: < <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM052/Prof.Silvio/INTRODU%C3%87%C3%83O%20AO%20ESTUDO%20DOS%20A%C3%87OS-Parte%204.pdf> >. Acesso em: abril de 2023.

RENISHAW. Tecnologia de preset de ferramentas. Disponível em: < <https://www.renishaw.com.br/pt/tecnologia-de-preset-de-ferramentas--32934#:~:text=Preset%20de%20ferramentas%20%C3%A9%20o,ferramentas%20e%20um%20software%20dedicado> >.

Colhedoras de Cana Case IH A8810. Disponível em: < [https://assets.cnhindustrial.com/caseih/LATAM/LATAMASSETS/Folhetos/Colhedoras\\_e\\_Colheitadoras/Colhedora-de-Cana-A4.pdf](https://assets.cnhindustrial.com/caseih/LATAM/LATAMASSETS/Folhetos/Colhedoras_e_Colheitadoras/Colhedora-de-Cana-A4.pdf) > Acesso em março de 2023.

Colhedora de Cana John Deere 3520. Disponível em: < <https://pt.slideshare.net/JEFERSONPIRES2012/3-divisor-de-linha> >. Acesso em: março de 2023.

AÇOS NOBRE. Aço 1020 propriedades e preço. Disponível em: < <https://acosnobre.com.br/blog/aco-1020-propriedades-dureza-preco> >. Acesso em: abril de 2023.

Processo de Soldagem MIG MAG. Disponível em: < <https://www.balmer.com.br/blog/processo-de>

soldagem-mig-mag/ >. Acesso em: março de 2023.

Apostila de Soldagem MIG/MAG ESAB. Disponível em: < [https://esab.com/br/sam\\_pt/](https://esab.com/br/sam_pt/) >. Acesso em: março de 2023.

RAKIVIKANTI, S. Should-Costing: A Solution to Filling Traditional Sourcing Gaps. Disponível em: < <https://www.cgnglobal.com/blog/should-costing> >. Acesso em: maio de 2023.

HOINASKI, F. Should Cost – Uma poderosa ferramenta para abordar seus fornecedores. Disponível em: < <https://ibid.com.br/blog/should-cost/> >. Acesso em: maio de 2023.

ESAB. Apostila MIG MA. Disponível em: < <https://www2.ufjf.br/profab/files/2016/09/ESAB-Apostila-MIG-MAG.pdf> >. Acesso em: abril de 2023.

GERAIS. Linha de ar comprimido. Disponível em: < <https://www.gerais.com.br/pos-venda/linha-de-ar-comprimido> >. Acesso em: abril de 2023.

Aventa. Locação de máquinas de solda MIG/MAG Disponível em : < <https://aventa.com.br/aluguel-maquina-solda/mig-mag/cv-510-lincoln> >. Acesso em: abril de 2023.

LEONE, G. S. Curso de contabilidade de custos. São Paulo: Atlas, 1997.

LEONE, G. S. Custos: planejamento, implantação e controle. São Paulo: Atlas, 2000.

LINCOLN ELETRIC. Fonte de Solda MIG/MAG. Disponível em: < <http://www.lincolnelectric.com.br/equipamentos/mig-mag-e-arama-tubular/mig-mag-e-arama-tubular-mig-mag-e-arama-tubular-mig-mag-e-arama-tubular-mig-mag-e-arama-tubular-cv-510-k14081-2a-> >. Acesso em: abril de 2023.

STRUTZ, EMERSON. Gestão e Análise de Custo, Indaial: Uniasselvi, 1ª ed., 2017.

MARCHI, B. et al. Life Cycle Cost Analysis for BESS Optimal Sizing. Energy Procedia, v. 113, 2017.

CHIAVERINI, V. Tratamentos Térmicos das Ligas Metálicas 2. ed. São Paulo: ABM, 2008. p. 109-110.

ABRAMAN, 2019. Disponível em: < <https://abramanoficial.org.br/page/artigos> >. Acesso em: maio 2023.

O'BRIEN, R. L. (1997). Welding handbook: Welding processes. Miami: American Welding Society.