



GABRIEL LOSCHI MELO

JÚLIA ROSSINI NASCIMENTO E SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICO DE
UMA PLANTA INDUSTRIAL DE FLUXOS AGLOMERADOS
PARA SOLDAGEM**

**LAVRAS - MG
2023**

GABRIEL LOSCHI MELO
JÚLIA ROSSINI NASCIMENTO E SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICO DE UMA PLANTA
INDUSTRIAL DE FLUXOS AGLOMERADOS PARA SOLDAGEM**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Engenharia Química, para a obtenção
do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luciano Jacob Corrêa
Orientador

LAVRAS - MG
2023

GABRIEL LOSCHI MELO
JÚLIA ROSSINI NASCIMENTO E SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICO DE UMA PLANTA
INDUSTRIAL DE FLUXOS AGLOMERADOS PARA SOLDAGEM**
**TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF AN INDUSTRIAL
PLANT FOR AGGLOMERATED FLUXES FOR WELDING**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Engenharia Química, para a obtenção
do título de Bacharel.

APROVADA em: 04/12/2023
Prof. Dr. Luciano Jacob Corrêa
Profa. Dra. Luana Elis de Ramos e Paula –UFLA
Profa. Dra. Suellen Mendonça Nascimento –UFLA

Prof. Dr. Luciano Jacob Corrêa
Orientador

LAVRAS - MG
2023

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos amigos pelo convívio, troca de experiências e incentivo durante nossa trajetória na universidade. A Organização Não Governamental Engenheiros Sem Fronteiras Núcleo Lavras, que nos auxiliou no desenvolvimento pessoal e profissional através da liderança compartilhada.

Aos professores pela dedicação e transmissão de conhecimentos, em especial ao nosso orientador Luciano Jacob pelo apoio e paciência durante o desenvolvimento deste trabalho.

E principalmente, aos nossos pais e familiares que nos apoiaram e nos ajudaram sempre que precisamos durante nosso período na graduação, acompanhando nossas vitórias, derrotas, e nos ajudando sempre a levantar e tentar mais uma vez.

RESUMO

O Fluxo Aglomerado para Soldagem a Arco Submerso é um bem intermediário de alta aplicabilidade principalmente nos ramos industriais de petroquímicas, navais, metalúrgicas, automobilísticas, siderúrgicas, indústrias ferroviárias e indústrias agrícolas que possuem uma tendência de crescimento econômico no país através de incentivos fiscais e aquecimento da economia. É uma mistura de pós metálicos e não-metálicos envolvidos em uma solução de silicato de sódio e/ou potássio, empregues proteção/submersão do arco elétrico formado durante a soldagem, que possui vantagens como baixo custo de produção, bom desempenho em uma gama de aplicações e granulometria padronizada, utilizados principalmente na soldagem por arco submerso, em que o arco elétrico formado entre o metal base e o arame de solda, são submergidos pelo fluxo, o que confere a solda uma maior espessura e melhores propriedades mecânicas. Dessa forma, foi realizado um Estudo de Viabilidade Técnico Econômica (EVTE) de implantação de uma fábrica de fluxos aglomerados na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais com foco em dois produtos, um fluxo neutro, F6A2-EL12 e um fluxo ativo, F7AZ-EL12, considerando uma produção mensal de 105 toneladas. Primeiramente foi realizada uma análise de mercado, mapeando os fornecedores, consumidores e concorrentes. Posteriormente, levantando os valores estimados de custo e despesas operacionais, foram determinados o Capital Fixo (CAPEX) e o operacional (OPEX), juntamente com o fluxo de caixa do projeto e as medidas de lucratividade. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) foi calculada para o mês de novembro de 2023, considerando a taxa de juros real e a taxa SELIC, obtendo um valor de 17,25%, utilizado para determinação do Valor Presente Líquido (VPL) de R\$76.369.132,17, tempo de retorno de 2,84 anos, demonstrado a viabilidade do empreendimento, sendo um ramo vantajoso economicamente.

Palavras-chave: Soldagem. Arco Submerso. Fluxo Aglomerado. Estudo de Mercado. CAPEX. OPEX. Receita. Valor Presente Líquido. *Payback*.

ABSTRACT

Agglomerate Flux for Submerged Arc Welding is an intermediate good with high applicability mainly in the industrial sectors of petrochemicals, naval, metallurgical, automobile, steel, railway industries and agricultural industries that have a tendency for economic growth in the country through tax incentives and heating. of the economy. It is a mixture of metallic and non-metallic powders involved in a sodium and/or potassium silicate solution, used to protect/submerge the electric arc formed during welding, which has advantages such as low production cost, good performance in a range of applications and standardized particle size, mainly used in submerged arc welding, in which the electric arc formed between the base metal and the welding wire is submerged by the flux, which gives the weld greater thickness and better mechanical properties. In this way, an Economic Technical Feasibility Study (EVTE) was carried out to implement an agglomerated flow factory in the city of Juiz de Fora, Minas Gerais with a focus on two products, a neutral flow, F6A2-EL12 and an active flow, F7AZ - EL12, considering a monthly production of 105 tons. Firstly, a market analysis was carried out, mapping suppliers, consumers and competitors. Subsequently, by collecting the estimated values of cost and operating expenses, the Fixed Capital (CAPEX) and operational capital (OPEX) were determined, together with the project's cash flow and profitability measures. The Minimum Attractive Rate (MAR) was calculated for the month of November 2023, considering the real interest rate and the SELIC rate, obtaining a value of 17.25%, used to determine the Net Present Value (VPL) of R\$76.369.132,17, payback time of 2,84 years, demonstrating the viability of the enterprise, being an economically advantageous field.

Keywords: Welding. Submerged Arc. Agglomerated Flow. Market research. CAPEX. OPEX. Revenue. Net present value. Payback.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — (a)Soldagem por processo de aquecimento e pressão e (b) peça soldada e macrografia de uma junta	16
Figura 2 — Soldagem com metal de adição e (b) macrografia de uma junta.	16
Figura 3 — Processo e materiais de soldagem a arco submerso	19
Figura 4 — Desempenho da produção industrial brasileira, agosto de 2022 a agosto de 2023.	20
Figura 5 — Resultados de produção indústrias brasileiras acumulado 12 meses	21
Figura 6 — Resultado produção industrial brasileira, categorias econômicas julho 2023	22
Figura 7 — Transferência de elementos químicos fluxos ativo e neutro	23
Figura 8 — Microestrutura do fluxo fundido.	24
Figura 9 — Microestrutura do fluxo aglomerado	24
Figura 10 — Fluxograma do processo produtivo de fluxos aglomerados.	25
Figura 11 — Nomenclatura da AWS para fluxos e arames empregados em soldagem a arco submerso	26
Figura 12 — Arranjo de Custos de um processo produtivo	28
Figura 13 — Gráfico de fluxo de caixa	31
Figura 14 — Fluxo de Caixa Acumulado	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Relação entre a nomenclatura e o limite de ruptura em Ksi	27
Tabela 2 — Relação nomenclatura e temperatura de ensaio de impacto (Charpy)	27
Tabela 3 — Matérias-primas e insumos necessários para o processo produtivo	36
Tabela 4 — Valores de Venda dos Produtos Pretendidos	38
Tabela 5 — Matérias-primas e insumos do processo	40
Tabela 6 — Custo de investimento em equipamentos	41
Tabela 7 — Gastos para a produção diária de fluxo aglomerado.	42
Tabela 8 — Salário por cargo, somado aos encargos trabalhistas	42
Tabela 9 — Custos de manutenção e gerenciamento geral da planta.	43
Tabela 10 — Receita Total Fluxos Produzidos	43
Tabela 11 — Tributação Anual Fábrica de Fluxos	44
Tabela 12 — Depreciação dos equipamentos.	45
Tabela 13 — Demonstração de resultado do exercício anual.	46
Tabela 14 — Cálculo do Valor Presente e Valor Presente Líquido Acumulado.	48

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

AWS	<i>American Welding Society</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CEPCI	<i>Chemical Engineering Plants Cost Index</i>
CSLL	Contribuição Social para o Lucro Líquido
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
DRE	Demonstração de Resultados de Exercício
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
GMAW	<i>Gas Metal Arc Welding</i>
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INSS	Instituto Nacional de Previdência Social
IRPJ	Imposto de Renda de Pessoa Jurídica
ISBL	<i>Inside Battery Limits</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MAG	<i>Metal Inert Gas</i>
MIG	<i>Metal Active Gas</i>
NBR	Norma Brasileira
NF	<i>Nelson-Farrar Indexes</i>
PIS	Programa de Integração Social
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>
OSBL	<i>Outside Battery Limits</i>
RAT	Risco Ambiental do Trabalho
ROI	<i>Return of Investment</i>
SAW	<i>Submerged Arc Welding</i>
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia

TBF	Taxa Básica Financeira
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TR	Taxa Referencial
USD	<i>United States Dollar</i>
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. A indústria de soldagem	15
2.2. A história da solda de arco submerso.....	17
2.3. Panorama industrial brasileiro e oportunidades.....	18
2.4. Fluxo de solda.....	21
2.4.1. Fluxo Ativo.....	21
2.4.2. Fluxo neutro.....	22
2.4.4. Fluxo ligado.....	22
2.4.5. Fluxo fundido.....	22
2.4.6. Fluxo aglomerado.....	23
2.4.7. Nomenclatura para Fluxos.....	25
2.5. Estudo de Viabilidade Técnico-Econômico.....	26
2.6. CAPEX e OPEX.....	27
2.6.1. Depreciação.....	28
2.6.2. Mão de obra e encargos trabalhistas.....	29
2.7. Fluxo de caixa de um empreendimento.....	30
2.8. Taxa Mínima de Atratividade.....	30
2.9. Valor Presente Líquido.....	31
2.10. Payback Simples e Payback Descontado.....	32
2.11. Taxa Interna de Retorno.....	32
2.12. Retorno sobre o Investimento.....	32
3. METODOLOGIA	33
3.1. Pesquisa de Mercado.....	33
3.2. Estimativa de Custo.....	34
3.2.1. Capacidade de Produção.....	34
3.2.2. CAPEX.....	34
3.2.3. OPEX.....	34
3.2.3.1. Despesas com Matéria-prima.....	34
3.2.3.2. Despesas com mão de obra.....	35
3.2.3.3. Despesas de Manutenção e Gerenciamento Geral.....	36
3.2.4. Análise Econômica.....	36

3.2.4.1. Projeção de Receita	36
3.2.4.2. Impostos e tributações	37
3.2.4.3. Depreciação.....	37
3.2.4.4. Medidas de Lucratividade.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1. Estudo de Mercado.....	39
4.2. Resultado cálculo de CAPEX.....	40
4.3. Resultado do cálculo de OPEX.....	40
4.4. Receita Total	42
4.5. Tributação	43
4.6. Depreciação	43
4.7. Fluxo de Caixa	44
4.8. Medidas de Lucratividade	46
5. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

A soldagem como conhecido atualmente pode ser definida, de acordo com *American Welding Society*, como a união de materiais usados para obter a coalescência (união) localizada de metais e não metais, produzida por aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem utilização de pressão e/ou metal de adição. É um procedimento muito importante para as indústrias por conta de ser necessário na construção e recuperação de equipamentos, peças e estruturas, além de muito utilizado em outros ramos como engenharia civil, naval, entre outros (MARQUES; MODENESI, 2011).

Este processo teve início entre os anos de 1801 e 1806 pelo cientista Humphrey Davy que iniciou estudos a respeito de arco elétrico e fontes produtoras de energia que realizavam a fusão de materiais. Com o avanço da tecnologia, outros métodos e materiais para foram desenvolvidos até que em 1937 o surgimento da *Submerged Arc Welding* (Soldagem a Arco Submerso) permitiu a concepção dos fluxos aglomerados, uma mistura de pós metálicos e não-metálicos envolvidos em uma solução de silicato de sódio e/ou potássio, utilizados para proteção/submersão do arco elétrico formado durante a soldagem, para aumento da espessura do cordão de solda, melhoria de suas propriedades mecânicas e proteção contra o brilho forte do arco elétrico (FORTES; ARAÚJO, 2004).

Os fluxos aglomerados influenciam fortemente na usabilidade e nas propriedades mecânicas do metal de solda, possuem vantagens como baixo custo de produção, bom desempenho em uma gama de aplicações e granulometria padronizada (VIANA, 2007). Utilizados principalmente na soldagem por arco submerso que confere uma solda de maior espessura, com melhores propriedades mecânicas e com uma velocidade alta de execução devido a automatização. Por isso, as principais indústrias que utilizam esse método são petroquímicas, navais, metalúrgicas, automobilísticas, siderúrgicas, indústrias ferroviárias e indústrias agrícolas (ARGOSOLDAS, 2023).

Segundo uma pesquisa realizada pela empresa Fortune Business Insights o mercado global de soldagem em 2020 foi de USD 20,23 bilhões e está projetado para atingir em 2028 USD 28,66 bilhões, isso tudo em questão da automação dos processos nas empresas (LIMA, 2023).

Dessa forma, faz-se necessário a análise e proposta da viabilidade econômica de uma fábrica de fluxos, uma vez que esses materiais são utilizados em processos de soldagem com automatização que possuem um futuro promissor no Brasil e no mundo.

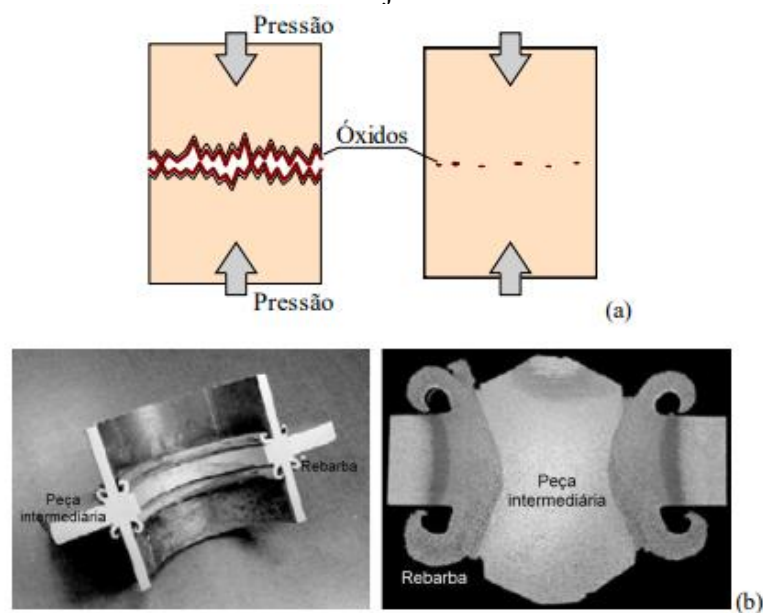
O objetivo deste trabalho, portanto, foi realizar o estudo dessa viabilidade de implantação de uma fábrica de fluxos aglomerados utilizados em soldagem em Minas Gerais, com o intuito de atestar a atratividade econômica na região. Os objetivos específicos se baseiam em: realizar uma análise de mercado consumidor, concorrente e fornecedor; estimar a viabilidade técnica estimando custos e calculando indicadores de lucratividade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A indústria de soldagem

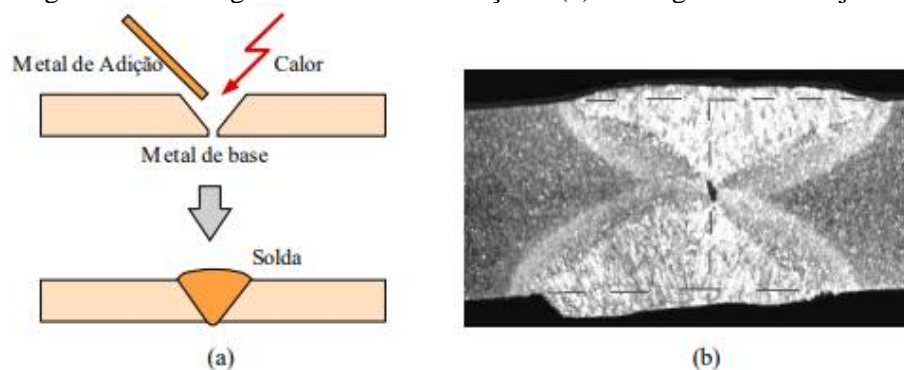
A soldagem é um processo que visa a união de metais através da combinação de aquecimento e pressão, evidenciado na figura 1, ou metal de adição (Figura 2). Sua forma atual se dá a partir de produtos como eletrodos, arames tubulares e fluxos, entretanto a história da solda começa por volta de 4000 A.C. na Pérsia através da brasagem e soldagem por forjamento, durante essa época o processo consistia em aquecer os materiais (metais), inserir areia entre as peças para escorificar impurezas e martelar até que as peças se unissem, como evidenciado por Marques e Modenesi (2011).

Figura 1 — (a) Soldagem por processo de aquecimento e pressão e (b) peça soldada e macrografia de uma junta



Fonte: Marques e Modenesi (2011).

Figura 2 — Soldagem com metal de adição e (b) macrografia de uma junta.



Fonte: Marques e Modenesi (2011).

O modelo atual de soldagem teve início com a revolução industrial no século XIX, com experiências de Sir Humphrey Davy com o arco elétrico e com o desenvolvimento de fontes produtoras de energia elétrica que permitiram o aparecimento de soldagem por fusão, juntamente com o início da fabricação e utilização do aço como chapas que necessitavam de processos inovadores para união dos mesmo que seria utilizado na construção de estruturas e equipamentos (DINIZ, 2013).

Posteriormente em 1907, Oscar Kjelberg, sueco, desenvolveu os eletrodos revestidos que inicialmente eram arames com revestimento de cal utilizado para estabilização do arco, e que anos depois tornaram-se o processo de solda mais utilizado do mundo (MARQUES; MODENESI, 2011).

Os avanços tecnológicos e a eclosão da primeira guerra mundial impulsionam esse mercado, promovendo o desenvolvimento de novos modelos de solda:

- Soldagem a Arco Submerso (*Submerged Arc Welding*) em 1935, permitindo um meio versátil de deposição de metal de forma rápida, consistente e segura através da combinação de eletrodo revestido submergido em fluxos (FORTES; ARAÚJO, 2004a).
- TIG (*Tungsten Inert Gás*) em 1944, método em que um eletrodo de tungstênio conduz a corrente elétrica ao material que será soldado (MARQUES; MODENESI, 2011).
- GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) ou MIG/MAG (*Metal Inert Gas/ Metal Active Gas*), comercialmente viável em 1948, um método de soldagem com gás de proteção e metal em forma de arame metálico (FORTES; VAZ, 2005b).
- Arames Tubulares em 1957, desenvolvidos para aumentar a produtividade e reduzir custos nos processos de soldagem (FORTES; ARAÚJO, 2004a).

No Brasil a soldagem teve início nas primeiras décadas do século XX, principalmente na indústria de construção naval impulsionada pelo crescimento da exploração de petróleo e recursos naturais. Com o governo de Getúlio Vargas entre 1930 e 1945 houve um grande investimento em infraestrutura, como construção de estradas, ferrovias, usinas elétricas, entre outros, influenciando positivamente o mercado da solda, que posteriormente receberia a indústria automobilística como outra ramificação de mercado (WAINER et al., 1992).

Atualmente no Brasil e no mundo o setor industrial da soldagem segue oscilações relacionadas a indústria naval, automobilística, petrolífera e de construção civil, principalmente relacionada a estruturas metálicas.

A indústria naval tem uma projeção de crescimento de 4,84% até 2028 mundialmente, segundo a revista *Mordor Intelligence*, enquanto o Brasil a quase uma década em crise na construção naval com auxílios monetários do governo obteve um crescimento de 6% no primeiro semestre de 2023, segundo a revista Portos e Navios. A petroquímica diretamente ligada à indústria naval tem projeção de decréscimo em 2023 com possibilidade de recuperação apenas em 2023.

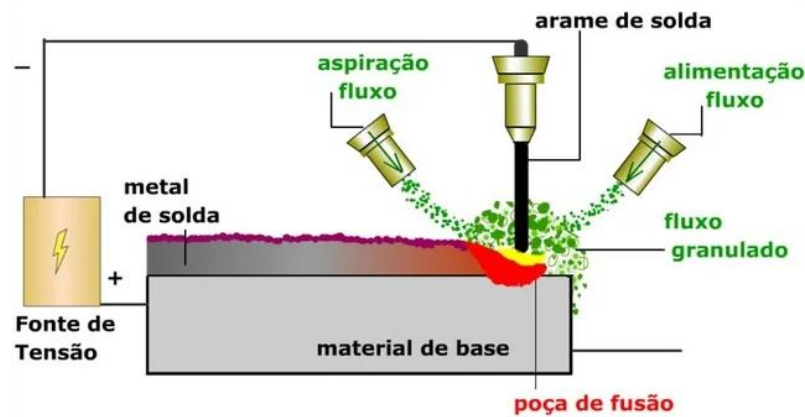
A indústria automobilística no Brasil com o cancelamento da suspensão temporária dos contratos de trabalho teve um aumento de produção de 10,7% em julho de 2023, em relação ao mesmo mês do ano passado, devido ao programa incentivo fiscais anunciado pelo governo, segundo a revista Valor Investe. E por fim, o setor de construção civil brasileiro tem previsão de crescimento de 2,5% em 2023 segundo a revista Valor Econômico de 2023.

Logo, o superávit de grande parte dos setores que utilizam produtos para soldagem, incentivaram o crescimento e as vendas desse mercado.

2.2. A história da solda de arco submerso

O Arco Submerso é um método de soldagem que consiste em realizar a fundição do metal a partir de um arco formado pela corrente elétrica que passa entre o arame de solda e o metal base cobertos por uma camada de um metal granulado denominado fluxo, como demonstrado na figura 3. Nesse processo, não há um arco visível, faíscas, respingos ou fumos e suas principais vantagens para aplicação são: processo de fácil uso; melhor ambiente de trabalho e maior segurança para os operadores; boa integridade e maiores taxas de deposição do metal de solda; e velocidade de soldagem elevada (FORTES; ARAÚJO, 2004a).

Figura 3 — Processo e materiais de soldagem a arco submerso



Fonte: Centro de Informação Metal Mecânica (2023).

A soldagem a Arco submerso surgiu no ano de 1935 nos Estados Unidos, com o objetivo de atender a necessidade de maior produtividade e qualidade na indústria naval. Foi amplamente utilizada no país durante a Segunda Guerra Mundial, permitindo a produção de equipamentos militares e navais como, navios, submarinos e aviões de guerra, além de veículos militares (FORTES; ARAÚJO, 2004a).

Seu surgimento ocorreu juntamente com o desenvolvimento e patenteamento do fluxo aglomerado por John Lincoln, fundador da *Lincoln Electric Company*, que tinha o mesmo objetivo de elevação da produtividade no processo de soldagem.

Com o fim da guerra e após melhorias no processo, a soldagem a arco submerso passou a ser utilizada para outros fins, principalmente, nas indústrias de Caldeiraria e de Metais Pesados. A partir da década de 1950, esse método obteve um grande crescimento devido às vantagens, podia soldar até 15 vezes mais rápido do que o processo usual com Eletrodo Revestido, entretanto problemas de implantação como a alta potência que deve ser operado, dificultavam a utilização (CÉSAR, 2018).

Apenas na década de 80, como os avanços tecnológicos de equipamentos, controles e disposição de novos tipos de consumíveis no mercado, esse processo obteve um crescimento mais acentuado (CÉSAR, 2018).

2.3. Panorama industrial brasileiro e oportunidades

A indústria brasileira de agosto de 2022 a agosto de 2023 obteve um desempenho de produção muito oscilatório, com altas e baixas, demonstrado na Figura 4, com os dados da

revista Valor Econômico de 2023. Apesar da queda em julho/2023, com um recuo de 0,6%, parte da sua perda foi recuperada com um crescimento de 0,4% em agosto/2023.

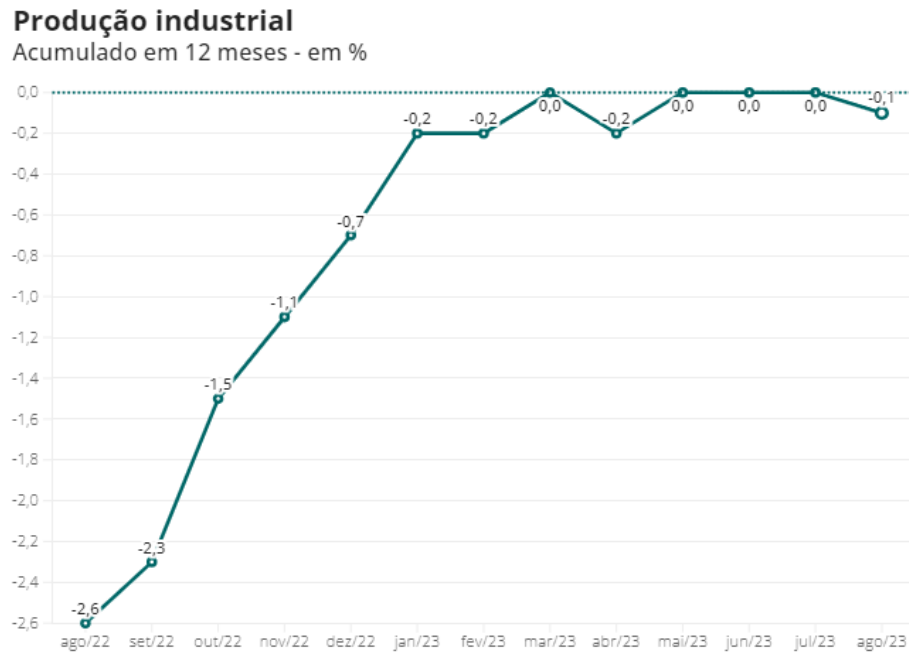
Figura 4 — Desempenho da produção industrial brasileira, agosto de 2022 a agosto de 2023.



Fonte: Valor Econômico (2023).

Comparando o histórico de produção das indústrias, entre os meses de agosto/2022 e agosto/2023, apesar da produção ter um aumento de 0,5%, a projeção e expectativa era de um crescimento de 1,1%. Mantendo a produção da indústria brasileira com uma baixa de 0,1% acumulados nos 12 meses analisados até agosto de 2023, figura 5.

Figura 5 — Resultados de produção indústrias brasileiras acumulado 12 meses

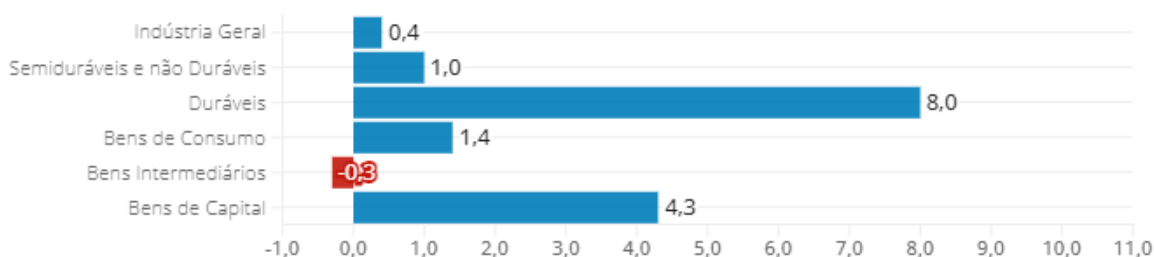


Fonte: Valor Econômico (2023).

A indústria de soldagem pode ser considerada como uma indústria de bens intermediários, uma vez que produzem bens manufaturados que serão utilizados em fábricas de bens de consumo duráveis, como construção civil, automobilística, construção naval e petrolíferas, em relação a construção de equipamentos e plataformas de exploração. Logo, a solda a arco submerso utilizando fluxos aglomerados seguem as oscilações dentre essas indústrias.

Na passagem dos meses de junho e julho, no Brasil o setor de bens intermediários apresentou uma queda de produção de 0,6%, enquanto entre julho e agosto houve uma queda de 0,3%, figura 6. Entretanto, na comparação com os mesmos meses no ano de 2022, a atividade obteve um aumento de 0,4%. Essa categoria representa 55% da indústria brasileira, tendo uma grande influência nos resultados anuais da indústria como um todo.

Figura 6 — Resultado produção industrial brasileira, categorias econômicas julho 2023
Produção industrial
 Variação por categorias econômicas no mês de julho - em %



Fonte: Valor Econômico (2023).

2.4. Fluxo de solda

Os fluxos de solda são responsáveis principalmente pelo aumento da usabilidade, otimização e automatização do processo de soldagem, além de influenciar em melhorias de composições químicas e propriedades mecânicas do cordão de solda, segundo Fortes e Araújo (2004a).

Composto por minerais granulares, o fluxo de solda cobre o arco de solda gerado pelo contato entre o eletrodo e o metal base carregados com determinada voltagem e corrente, essa cobertura gera uma proteção, facilidade de limpeza (remoção de escória) e controle da geometria e espessura do cordão de solda. Atualmente há 5 classificações que definem o tipo de fluxo: em relação a composição química há os fluxos ativos, neutros e ligados; em relação a granulometria fluxos fundidos e aglomerados (FORTES; ARAÚJO, 2004a).

2.4.1. Fluxo Ativo

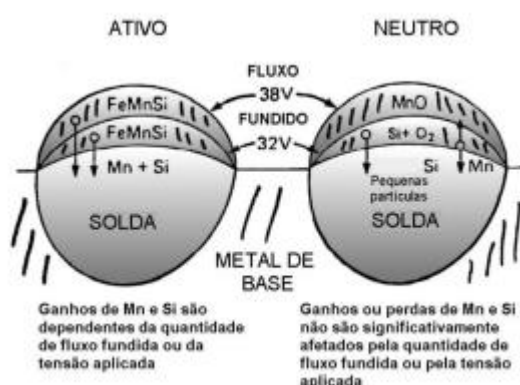
Segundo a Associação Americana de Soldagem (*American Welding Society*), os fluxos ativos são aqueles que contêm pequenas concentrações de manganês e/ou silício, elementos desoxidantes adicionados ao fluxo com o intuito de melhorar a resistência a porosidade e as trincas causadas por contaminantes no metal base, como mostrado na figura 7. Esses fluxos são utilizados em peças com espessuras menores que 25mm.

Quando as soldas são realizadas em altas tensões há um consumo maior de fluxos, caso sejam ativos a concentração de manganês e silício depositado tornam-se maiores, aumentando a dureza e resistência mecânica do metal de solda, diminuindo sua tenacidade (FORTES; ARAÚJO, 2004a).

2.4.2. Fluxo neutro

Definido pela AWS (*American Welding Society*) como aquele fluxo que não gera alterações significativas na composição química do metal depositado, figura 7, logo propriedades como resistência mecânica, dureza, entre outros não sofrem alterações diretamente proporcionais à quantidade de fluxo utilizada. Fluxos como este são, principalmente, utilizadas em soldas com espessura superior a 25mm, ou soldas multipasse (várias camadas).

Figura 7 — Transferência de elementos químicos fluxos ativo e neutro



Fonte: ESAB Corporation (2004).

2.4.4. Fluxo ligado

Os Fluxos Ligados são aqueles que possuem além de concentrações de manganês e silício elevadas, concentrações de elementos de liga como cromo, níquel, molibdênio e cobre, sendo aplicados principalmente em aços de baixa liga e revestimento duro (FORTES; ARAÚJO, 2004a).

2.4.5. Fluxo fundido

Os fluxos fundidos são fabricados a partir de uma mistura seca de suas matérias primas fundidas em um forno elétrico (FORTES; ARAÚJO, 2004a). Posteriormente a fundição, o material sofre um choque térmico que o reduz em partículas de tamanhos semelhantes que são peneiradas e classificadas (Figura 8). Esse processo possui como principais características:

- material homogêneo;
- custo elevado de fabricação;
- não higroscópico;

- soldas mais consistentes com menor risco de trincas por hidrogênio;
- maiores velocidades de soldagem e possibilidade de reciclagem;
- maior estabilidade de arco até em correntes elevadas

Figura 8 — Microestrutura do fluxo fundido.



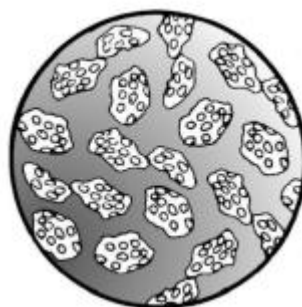
Fonte: ESAB Corporation (2004).

2.4.6. Fluxo aglomerado

Os fluxos aglomerados são fabricados a partir de uma mistura seca de suas matérias primas unidas a uma solução aquosa de silicato de sódio, potássio ou misto, de acordo com Fortes e Araújo (2004a). A massa resultante desse processo é pelletizada, seca e reduzida mecanicamente por moagem e peneiramento (Figura 9). Suas principais características e vantagens são:

- um menor consumo de fluxo em relação aos fundidos (entre 30% e 40%);
- baixo custo de fabricação;
- soldas livres de poros;
- melhor desempenho na remoção de óxidos e escória;
- bom desempenho sobre um gama de aplicações com uma distribuição granulométrica uniforme

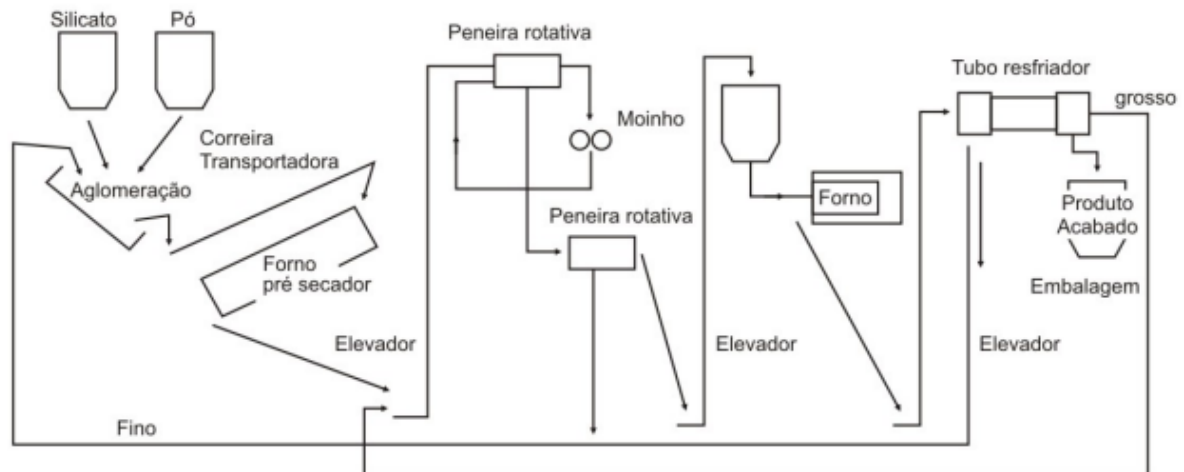
Figura 9 — Microestrutura do fluxo aglomerado



Fonte: ESAB Corporation (2004).

Com o fluxograma representado na Figura 10, podemos visualizar como funciona o processo produtivo do fluxo aglomerado, foco deste trabalho.

Figura 10 — Fluxograma do processo produtivo de fluxos aglomerados.



Fonte: ESAB Corporation (2004).

A mistura seca de matérias primas juntamente com o silicato e o pó fino recuperado do processo são adicionados a um misturador passando pela etapa de aglomeração. Posteriormente a massa formada é levada através de uma correia transportadora para o forno pré-secador (trabalha em temperaturas menores que os fornos calcinadores). Passando pelo pré-secador a massa sobe por um elevador até a primeira etapa de peneiramento, em que o produto requerido é aquele com menor granulometria.

Os produtos com maior granulometria são transferidos para um moinho de bolas para redução e passam pelo primeiro peneiramento novamente. A próxima etapa é o segundo peneiramento, em que o produto desejado é o de maior granulometria, enquanto os finos são separados para serem recuperados no início do processo na próxima produção.

As partículas maiores são levadas a um silo por elevadores, e desse silo passam para o forno calcinador, operado com as variáveis: rotação por minuto, temperatura e vazão mássica do produto. Durante a calcinação, ocorre a remoção de água, gases com ligações químicas fortes e CO₂, segundo Rosenquist (1983), garantindo um produto mais coeso, de baixa porosidade e concentrado em componentes benéficos a soldagem como manganês, silício e ferro.

Conforme o material vai passando pelo forno, este é transferido para um tubo resfriador com peneiramento, onde sua temperatura é reduzida, as partículas mais finas são separadas

como subproduto para recuperação, as partículas mais grossas são separadas como subprodutos enquanto o produto com granulometria ideal é armazenado em silos para posterior embalagem.

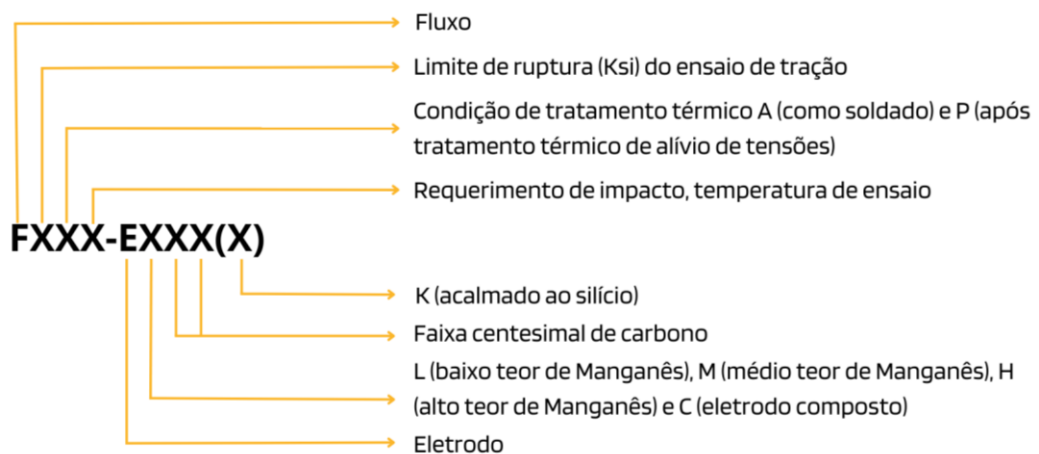
2.4.7. Nomenclatura para Fluxos

Os fluxos recebem diferentes nomenclaturas de acordo com seu tipo, as propriedades que serão transferidas ao metal base, adicionado ao tipo de arame que será utilizado para execução da soldagem a arco submerso.

As nomenclaturas no Brasil são determinadas, principalmente, pelas associações AWS (*American Welding Society*), ASME (*American Society for Mechanical Engineers*) e API (*American Petroleum Institute*). A primeira associação especifica normas relacionadas à construção de pontes e estruturas, muito ligadas a projetos serviços Petrobrás, a segunda está relacionada a construção de vasos de pressão e caldeiras e a terceira a construção de tubulação (Souza, 2023).

O tópico na Norma AWS que rege as especificações aplicadas a fluxos e arames para soldagem a arco submerso é a AWS A5.17, tendo como obrigatório o sistema de classificação apresentado na Figura 11

Figura 11 — Nomenclatura da AWS para fluxos e arames empregados em soldagem a arco submerso



Fonte: Autoral

A classificação e o dígito para o limite de ruptura e para a temperatura de ensaio de impacto são estipulados de acordo com as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 — Relação entre a nomenclatura e o limite de ruptura em Ksi

Classificação	Limite de Ruptura em Ksi
F6XXX-EXXX	60-80
F7XX-EXXX	70-95

Fonte: Autoral

Tabela 2 — Relação nomenclatura e temperatura de ensaio de impacto (Charpy)

Dígito	Temperatura em °C
Z	sem requisitos
0	-18
2	-29
4	-40
5	-46
6	-51
8	-62

Fonte: Autoral

2.5. Estudo de Viabilidade Técnico-Econômico

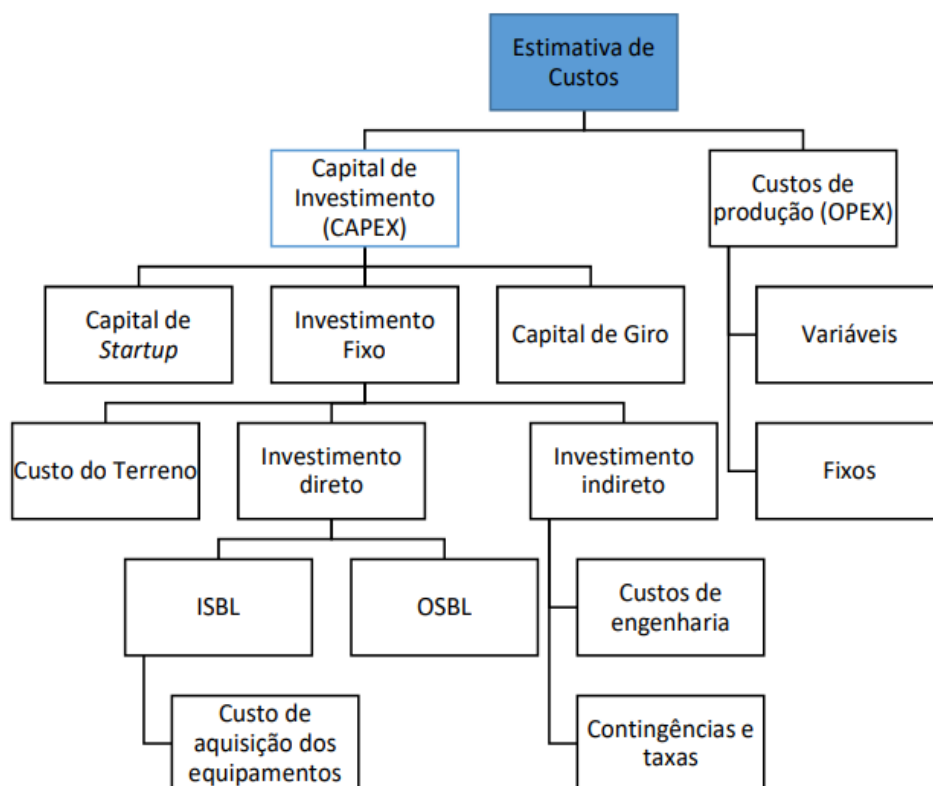
O estudo de viabilidade técnico-econômica, comumente chamado como EVTE, considerado uma fase exploratória, tem por objetivo identificar quais são os riscos tecnológicos e financeiros envolvidos no desenvolvimento de um produto, empreendimento, planta industrial, entre outros. Através de análises do mercado em que o estudo está sendo proposto e verificando o investimento financeiro necessário para que haja lucro significativo a conclusão de viabilidade é tomada (BRITO, 2014).

Os principais aspectos técnicos analisados em uma EVTE são: recursos necessários e disponíveis; resultado desejado; questões legais e regulamentares associadas ao serviço e tecnologia necessária e disponível. Enquanto os principais aspectos econômicos são: projeção de receita, custos e investimentos; custos fixos e variáveis e análise de indicadores (BRITO, 2014).

A metodologia tomada para execução desse estudo é volátil, podendo sofrer alterações de acordo com o tipo de empreendimento/produto. Entretanto, o mais comum é iniciar com a

definição dos objetivos da pesquisa, análise de mercado, viabilidade técnica dividida em cálculos de CAPEX e OPEX, análise econômica e posteriormente cálculo da lucratividade através do Valor Presente Líquido e *Payback*, demonstrado na Figura 12.

Figura 12 — Arranjo de custos de um processo produtivo



Fonte: Adaptado Turton (2018)

2.6. CAPEX e OPEX

O CAPEX e o OPEX são definidos como custos de um processo industrial, cada um determina uma parte das despesas que um processo produtivo ou empresa. Estes custos são classificações fundamentais para o controle e monitoramento de gastos, garantindo que a corporação mantenha suas finanças em dia.

O CAPEX, *Capital Expenditure*, representa as despesas de capital, ou seja, aqueles investimentos em bens de capital, utilizados na produção de outros itens como equipamentos, materiais de construção, entre outros. Os bens adquiridos no CAPEX podem se referir a uma nova aquisição ou um item que eleva a produtividade do setor ou equipamento que devem ser capitalizados através de amortização ou depreciação, para propriedades intelectuais e bens tangíveis, respectivamente, caso tenham vida útil maior que o ano fiscal (TÚLIO, 2020).

Já o OPEX, *Operational Expenditure*, representa as despesas operacionais relacionadas a manutenção de equipamentos, gastos com matéria-prima, mão de obra, entre outros gastos (TÚLIO, 2020).

2.6.1. Depreciação

A depreciação, descrita por Turton (2018), é uma forma de representar a redução de um valor ativo de bens de capital com o passar do tempo e uso desse bem. Sua consideração como um custo durante avaliações de lucros de um empreendimento permite chegar a valores realistas e confiáveis, garantindo uma recuperação do capital investido.

Os bens e propriedades considerados depreciáveis devem atender os seguintes requisitos:

- Devem ser utilizados em negócios/empreendimentos ou mantidos para gerar alguma receita;
- Devem possuir vida útil definida e superior a um ano;
- Não pode ser um estoque comercial ou propriedade de investimento;
- E deve perder o valor com o passar do tempo por causas naturais, desgastes, deterioração, ou por apenas tornar-se obsoleto;

A sua determinação garante que a empresa assegure e planeje questões de reposição de ativos quando necessário para dar continuidade aos processos e operações da mesma.

Há alguns métodos e modelos que permitem o cálculo da depreciação de ativos, sofrendo alterações de acordo com o código tributário de cada país, entretanto o método mais utilizado internacionalmente é linear (TURTON, 2018). Nesse modelo o custo ativo é distribuído na vida útil do bem de forma que o valor contábil diminua de modo linear com o tempo. Logo, a quota anual de depreciação é dada pela Equação 1:

$$Dt = (Co - S) / n \quad (1)$$

em que o custo original do ativo é Co ; o valor residual contábil é S e a vida contábil (útil) é determinada por n .

O valor contábil do equipamento ao final do ano t é obtido pela Equação 2:

$$Bt = Co - Dt . t \quad (2)$$

E a taxa anual de depreciação é obtida através da Equação 3:

$$d = (1/n) \quad (3)$$

2.6.2. Mão de obra e encargos trabalhistas

Segundo Turton (2018), o número de operadores por turno é estimado em função da quantidade e do tipo de equipamentos presentes na planta química, sendo expressa na Equação 4 abaixo:

$$N_{ot} = (6,29 + 31,7P^2 + 0,23N_{eq})^{0,5} \quad (4)$$

Em que, N_{ot} é o número de operadores por turno, P é o número de processos que envolve sólidos particulados; e N_{eq} é o número de etapas sem particulados, inclui compressores, aquecedores, resfriadores, reatores e torres.

Independentemente da quantidade de trabalhadores na planta, é direito do empregado receber os encargos trabalhistas estipulados pela Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991 (Brasil, 1991). O INSS, recolhido pelo Instituto Nacional de Previdência Social, é uma contribuição de 20% do pagamento ao mês para manutenção de benefícios previdenciários. O FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço) é um encargo com função de apoio a trabalhadores que perderam o emprego, é recolhido 8% mensal do salário. Também como parte do FGTS, é recolhido uma alíquota de 4% como provisão mensal de multa para rescisão.

O RAT ou Risco Ambiental do Trabalho é um encargo para suporte a trabalhadores que tenham algum tipo de doença ou acidente conectados ao trabalho que exercem, as alíquotas do RAT variam de acordo com o risco da atividade. Considerando risco grave, de acordo com Art. 22º da Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991, a contribuição é de 3% (Brasil, 1991). O Salário Educação é recolhido com a função de financiamento de ensino fundamental público, sendo um percentual de 2,5%.

Além disso, alguns outros impostos devem ser pagos, são eles a Fração de Férias prevê uma alíquota de 11,11%, Fundo de Amparo Previdenciário de alíquota percentual 7,93% da remuneração do empregado para fins de FGTS, Descanso Semanal Remunerado e férias. Por fim, uma alíquota de terceiros ou Sistema S (SENAI, SENAC, SENAT, SESI, SESC, entre outros) que totaliza uma alíquota de 5,8%.

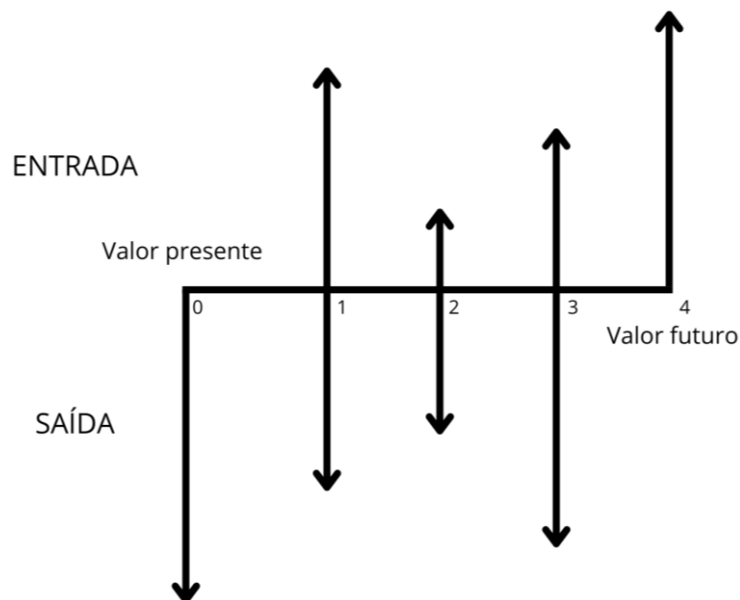
2.7. Fluxo de caixa de um empreendimento

O fluxo de caixa é uma ferramenta fundamental para acompanhar transações financeiras e, se elaborada de forma adequada, imparcial e detalhada, fornece análises, a curto e longo prazo, da situação financeira da empresa (SEVERO,2017). Sendo capaz de transformar dados de todas as áreas da empresa em informações quantitativas de investigação.

O monitoramento de capital, pelo fluxo de caixa, é feito desde o primeiro investimento realizado, para compra de insumos, equipamentos, mão-de-obra, entre outros. Esse investimento, por sua vez, irá gerar receita com a venda de produtos e serviços ao longo do tempo. Considerando uma margem positiva, ou seja, um ganho monetário da venda de bens e serviços superior aos gastos para gerá-los, tem-se uma geração operacional de caixa, o objetivo primordial de toda empresa para se manter no mercado de forma competitiva (BALDIN, 2014).

Como meio de facilitar a visualização do fluxo de caixa, ele pode ser apresentado por um gráfico. A Figura 13 abaixo, representa um modelo comum que retrata o fluxo de caixa.

Figura 13 — Gráfico de fluxo de caixa.



Fonte: Adaptado de EVANIO (2014).

2.8. Taxa Mínima de Atratividade

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) ou Taxa de Desconto é definida de acordo com a empresa, mas no geral trata-se de taxa de juros para orientar o investidor se um investimento

trará retornos positivos ou não. Para que seja considerado viável o retorno do investimento deve, no mínimo, se igualar a investimentos de baixo risco (BALDIN, 2014).

Considerando que o dinheiro investido sofre ação do tempo, ou seja, inflação, uma forma de calcular a TMA é considerando um ajuste à inflação do período. A Equação 5 abaixo apresenta a forma de cálculo para essa taxa.

$$TMA_f = i + f + i \cdot f \quad (5)$$

Onde TMA_f é a taxa mínima de atratividade ajusta à inflação, i é a taxa de inflação e f é a taxa de juros.

Para a estimativa coerente da TMA, a escolha da taxa de juros f é fundamental. Para Baldin (2014), às taxas consideradas são aquelas praticadas pelo mercado e que possuem baixo risco e alta liquidez, por exemplos a taxa de juros de longo prazo (TJLP), taxa do sistema especial de liquidação e custódia (SELIC), taxa básica financeira (TBF) e a taxa referencial (TR).

2.9. Valor Presente Líquido

O cálculo Valor Presente Líquido (VPL) é definido por Lopes Silva *et al.* (2014) consiste em um cálculo simulando todos os custos e receitas aplicados ao tempo presente e considerando um desconto da TMA. Caso o valor do VPL seja maior que o custo inicial do empreendimento, ele é viável. Em contrapartida, caso o VPL seja menor que o custo inicial, o empreendimento é rejeitado.

O autor ainda cita que, apesar de alguns benefícios da utilização do cálculo do VPL como não ser afetado por interesses do decisor ou pela rentabilidade da empresa, o método necessita de uma taxa de desconto, que varia de mercado para mercado. A Equação 6 abaixo apresenta a fórmula do VPL.

$$VPL(i) = \frac{\sum_{j=0}^n FC_j}{(1+i)^j} \quad (6)$$

Onde VPL é o valor presente líquido i , FC_j é o fluxo de caixa em um período de tempo j , j é o número de períodos e i é TMA.

2.10. *Payback* Simples e *Payback* Descontado

O *Payback* ou também conhecido como período de retorno do investimento, pode ser definido como o tempo em que se leva para recuperar um investimento. Dentre as duas formas de cálculo para esse conceito, diferente do *Payback* Simples que leva em consideração apenas o período para que os fluxos de caixa negativo se anulem com os fluxos positivos, o Descontado considera também a ação do tempo no fluxo de caixa, dependendo assim, da taxa mínima de atratividade adotado no projeto (BALDIN, 2014).

2.11. Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é o valor que i , na Equação 5, irá possuir de forma que o VPL seja nulo, ou seja, a taxa em que as entradas e saídas do fluxo caixa sejam nulas (BALDIN, 2014). Para o cálculo da TIR, pode-se considerar uma variação da Equação 5, apresentado pela Equação 7 abaixo:

$$\sum_{j=0}^n FC_j \cdot \left[\frac{1}{(1+i)^j} \right] = 0 \quad (7)$$

Para estabelecer se o investimento realizado é rentável através do método da TIR, deve-se compará-la com o valor da TMA aplicada ao negócio. Se $TIR < TMA$ o negócio não é viável e o investimento deve ser rejeitado, se $TIR = TMA$ aceitar ou rejeitar o negócio é indiferente e se $TIR > TMA$ o negócio é viável e o investimento deve ser aplicado (SEVERO, 2017).

2.12. Retorno sobre o Investimento

O Retorno sobre o Investimento ou do inglês, *Return of Investment* (ROI), tem grande valor para análise financeira de investimentos pois, por se tratar de um valor percentual possibilita a comparação facilitada com outras oportunidades e identificar qual é mais economicamente viável (BALDIN, 2014).

Importante ressaltar que o cálculo do ROI apresentado na Equação 8, possibilita a seguinte interpretação: lucros altos e ROI elevado, retratam que o investimento foi utilizado de forma eficiente, caso contrário o lucro será baixo e conseqüentemente o seu retorno.

$$ROI(\%) = \frac{\text{Lucro líquido no período}}{\text{Investimento realizado}} \times 100 \quad (8)$$

3. METODOLOGIA

3.1. Pesquisa de Mercado

A pesquisa de mercado foi o primeiro passo realizado na elaboração da análise de viabilidade técnico- econômica de uma fábrica de fluxo aglomerados para solda. Inicialmente, foram mapeados o mercado fornecedor dos equipamentos e matérias primas disponíveis, o mercado concorrente e, posteriormente, o mercado consumidor e a possibilidade de aceitação por estes.

Os fornecedores mapeados, para matéria prima, foram empresas produtoras, principalmente, de minerais, ferroligas no formato de pó e silicatos na forma líquida e viscosa. Para os equipamentos, seguiu-se como base aqueles definidos no fluxograma apresentado em sessões anteriores, de acordo com as quantidades necessárias para a capacidade de produção pretendida. O custo e sua comparação foi um dos fatores determinantes para a escolha dos melhores fornecedores para este estudo.

Em relação ao mercado concorrente, devido a grande particularidade de empresas que produzem esse tipo de consumível, foi realizado um estudo com todas as empresas produtoras de fluxo presentes no Brasil, suas localizações, facilidades de acesso ao mercado consumidor e seus preços de mercado, para comparações de valores competitivos.

Os possíveis consumidores mapeados, dizem respeito a empresas de construção naval, automobilísticas, petrolíferas e de construção civil. Dessa forma, a região escolhida para situar a fábrica de fluxo, foi a cidade de Juiz de Fora, uma vez que não possui outros empreendimentos com o mesmo foco. Isso acontece, pois nesse ramo as empresas que produzem e comercializam fluxos aglomerados também estão no ramo de fabricação dos eletrodos de soldagem, e estão localizadas próximas a grandes metrópoles como São Paulo e Belo Horizonte.

A instalação da fábrica em Juiz de Fora é estratégica de forma que a indústria estará localizada em um centro em crescimento constante, próxima a regiões metropolitanas com concentração de indústria e, além disso, próximo ao litoral. Devido sua localização, a oferta de fluxos aglomerados é maior, atendendo com maior eficiência um conjunto de indústrias que utilizam desse produto, como naval, construção civil e na fabricação e manutenção de diversos equipamentos.

3.2. Estimativa de Custo

As estimativas de custos de um processo produtivo foram determinadas a partir do cálculo de custos de capital e custos operacionais, CAPEX e OPEX. Cada um deles é ramificado em uma variedade de gastos que tem por objetivo detalhar e avaliar a viabilidade da produção. Esses gastos foram calculados, seguindo o arranjo detalhado anteriormente.

3.2.1. Capacidade de Produção

A capacidade de produção estabelecida para a planta de estudo foi de 5 toneladas dia, totalizando 1260 toneladas ano. Dentre as diversas composições para fluxo aglomerado, inicialmente a produção será focada em dois modelos principais, F6A2-EL12 e F7AZ-EL12, classificações determinadas pela norma ASME SFA5.01/2021, que categoriza o primeiro fluxo como neutro e o segundo como ativo, sendo produzido 5 toneladas dias, em que 70% será voltado a sacos de 25 kg, e 30% à bags de 500 kg.

3.2.2. CAPEX

As despesas para aquisição de bens de capital foram calculadas a partir da elaboração de orçamento com algumas empresas fabricantes dos maquinários e equipamentos, considerando o fluxograma anteriormente apresentado neste trabalho. Além disso, segundo Peters e Timmerhaus (1991) o investimento inicial em equipamentos em indústrias de plantas químicas tem o custo entre 65% a 80 % do custo inicial total, os demais gastos contemplam instalação dos equipamentos, tributações e adequação do espaço para os trabalhadores.

Por fim, somado aos gastos de investimento inicial citados anteriormente, foi considerado um valor igual ao gasto operacional de 3 meses como um fundo de caixa.

3.2.3. OPEX

O cálculo das despesas operacionais são aqueles necessários para manter a empresa em funcionamento. Para o estudo pressupôs os gastos com energia elétrica, aluguel, matéria-prima, mão de obra, análises laboratoriais, manutenção de equipamentos, despesas de gerenciamento geral, tributações e impostos.

3.2.3.1. Despesas com Matéria-prima

Os valores e quantidades das matérias-primas necessárias para formação dos dois tipos de fluxos aglomerados determinados como alvos, foram definidas considerando uma produção

de 5 toneladas/dia. Em que 70% será voltado a sacos de 25 kg, e 30% à bags de 500 kg, devido a facilidade de transporte e de atendimento a grande variedade do mercado.

Algumas especificações relacionadas a embalagem como linha de costura dos sacos, etiquetas de identificação do produto e proteção plástica, devido aos seus baixos valores foram embutidos no custo dos sacos de embalagem. A Tabela 1 abaixo apresenta as matérias-primas e insumos utilizados:

Tabela 3 — Matérias-primas e insumos necessários para o processo produtivo

Matéria Prima	Unidade	Quantidade
Silicato de Sódio	Kg	1050
Minerais	Kg	831
Ferroligas	Kg	435
Saco de Fundo Colado (25 kg)	Un.	200
BigBag (500 kg)	Un.	10

Fonte: Autoral

3.2.3.2. Despesas com mão de obra

O funcionamento da empresa foi pensado de acordo com a Equação 4, obtendo-se o resultado de 56 funcionários mínimos para o funcionamento da planta química. Entretanto, considerando também os cargos de especialista do processo e de serviços gerais, totaliza uma equipe de 60 pessoas trabalhando em sinergia para executar suas principais atividades e movimentar as operações da empresa. Assim, os cargos ficaram distribuídos em 1 especialista do processo, 1 supervisor da fábrica, 55 operários e 3 colaboradores de Serviços Gerais.

O Especialista de Processo é responsável por coordenar todo o processo produtivo desde a chegada de matéria-prima, a mistura para formar o pó, até o fluxo produzido, e acompanhamento das análises durante o processo. O supervisor da fábrica é responsável por coordenar os operários garantindo que estejam cumprindo o correto serviço para entrega da produção planejada. Os operários são responsáveis por manter o processo produtivo em funcionamento e é subordinado ao Especialista de Processo.

Os colaboradores de Serviços Gerais têm como tarefa manter a empresa organizada e limpa, além disso de recepção e liberação de matéria-prima e produção, respectivamente. Os

salários pagos para cada colaborador serão estipulados baseado nos valores praticados de mercados para as funções descritas.

3.2.3.3. Despesas de Manutenção e Gerenciamento Geral

Além dos gastos já mencionados com matéria-prima, mão de obra e tributações, é importante levar em consideração as despesas básicas para o funcionamento do negócio. Apesar de maior volatilidade nos seus valores, ou seja, variando de acordo com a necessidade das atividades, devemos levá-los em consideração e sempre se manter atualizado de seus valores.

O gasto com energia elétrica é de aproximadamente R\$ 12.222,00 mensal, além desta despesa, tem-se: custos administrativos de empresas de contabilidade ou escritórios de advocacia quando necessário, manutenção de máquinas, compra de equipamentos pequenos, materiais de escritório, materiais de limpeza e análises laboratoriais terceirizadas de matéria-prima, insumos e do produto final.

3.2.4. Análise Econômica

A análise econômica foi determinada a partir dos cálculos da projeção de receita, dos impostos e tributação sobre os produtos e a depreciação dos mesmos no decorrer do tempo. Cada tópico utilizou de dados na literatura e de empresas concorrentes para estimar os valores necessários para o cálculo da viabilidade.

3.2.4.1. Projeção de Receita

O valor de venda dos produtos foi estimado de acordo com os valores utilizados pelas concorrentes, o custo de produção agregado aos demais impostos e tributações, e a margem de lucro desejada. Os preços foram determinados para cada tipo de embalagem fornecida pela fábrica, embalagens de 25 kg e 500 kg, demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 — Valores de Venda dos Produtos Pretendidos

Produto	Valor Unitário (R\$)
F6A2-EL12 (25 kg)	R\$ 394,90
F6A2-EL12 (500 kg)	R\$ 8.428,40
F7AZ-EL12 (25 kg)	R\$ 404,89
F7AZ-EL12 (500 kg)	R\$ 9.798,00

Fonte: Autoral

3.2.4.2. Impostos e tributações

O regime tributário considerado para o cálculo será o de Lucro Presumido, um regime simplificado e alternativo à tributação do tipo Lucro Real. O cálculo de tributação será considerando o Lucro Presumido com presunção de 8% da receita bruta obtida no mês de acordo com o Art. 15º da Lei nº 9.249 de 26 de dezembro de 1995 (Brasil, 1995). Os impostos atribuídos a indústria são Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ), Programa de Integração Social (PIS), Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Contribuição Social para o Lucro Líquido (CSLL) e Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

O IRPJ trata-se de um imposto federal aplicado ao lucro presumido, sendo adotado uma alíquota de 15% para indústrias com faturamento de até R\$20.000,00, como disposto no Art. 2º da Lei nº 9.430, de 27 de dezembro de 1996 (Brasil, 1996), caso o faturamento exceda esse teto, é adicionado uma alíquota de 10% ao faturamento superior a R\$ 20.000,00. O PIS e COFINS são impostos federais aplicados à receita bruta mensal, com alíquotas de 0,65% e 3%, respectivamente.

A tributação CSLL é de legislação federal com alíquota de 12% para atividades industriais. Por fim, o ICMS é um imposto estadual, considerando o estado de instalação da indústria, Minas Gerais, a empresa se enquadra no ramo para alíquota geral, equivalente a 18% (Minas Gerais, 2023).

3.2.4.3. Depreciação

A Instrução Normativa RFB Nº 1700, de 14 de março de 2017 prevê a porcentagem atribuída a cada equipamento da empresa. Considerando os equipamentos do fluxograma

anteriormente apresentado e consultando a normativa, o valor da taxa é 10% e vida útil de 10 anos para a maioria dos equipamentos, com exceção do Moinho de Bolas, Misturador e Peneira Rotativa, que devido a aplicação de triturar, misturar e peneirar com minérios sofrem uma depreciação de 20% com vida útil de 5 anos.

3.2.4.4. Medidas de Lucratividade

A lucratividade do projeto juntamente com a sua viabilidade foi analisada a partir de quatro indicadores econômicos. Para realização dos cálculos determinou-se a Taxa Mínima de Atratividade considerando valores atualizados da taxa SELIC, juntamente com a Taxa de Inflação.

Os quatro indicadores econômicos analisados foram o Valor Presente Líquido (VPL), *Payback* Descontado, Taxa Interna de Retorno (TIR), e Retorno sobre Investimento (ROI). A Taxa Mínima de Atratividade, equação 4, utilizou os valores de Taxa SELIC a 12,25%, reduzida em 0,5 ponto percentual pelo Comitê de Política Monetária a partir de 01 de novembro de 2023, e Taxa de Inflação à 4,61% atualizada também em novembro de 2023, resultando em 17,42%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Estudo de Mercado

O mercado de fabricantes de equipamentos é amplo e diverso, a principal consideração feita para definir o fornecedor foi o custo, dessa forma levantamos diversos custos de equipamentos em diferentes empresas, até encontrar aquelas com elevada viabilidade econômica. Em relação aos insumos para a fabricação dos fluxos aglomerados devido à grande variedade de materiais que são processados, tem-se uma variedade grande de fornecedores. Por fim, temos os fornecedores para as embalagens de 25kg e 500kg. A Tabela 5 abaixo apresenta a relação dos materiais, quantidade, preço e fornecedor, o contato e orçamento foi realizado via telefone.

Tabela 5 — Matérias-primas e insumos do processo

Materiais	Fornecedor	Valor unitário
Silo de líquidos	Haco Equipamentos Industriais	R\$ 36.666,67
Silo de sólidos	Haco Equipamentos Industriais	R\$ 36.666,67
Misturador	Eirich	R\$ 1.000.000,00
Disco de pelotização	Eirich	R\$ 170.000,00
Esteira transportadora	Sahara	R\$ 14.800,00
Forno Calcinador	Tianli	R\$ 800.000,00
Elevador	Haco Equipamentos Industriais	R\$ 100.000,00
Peneira rotativa	Sulmetax	R\$ 125.000,00
Moinho de bolas	Eirich	R\$ 473.000,00
Tubo resfriador	Metaljard	R\$ 200.000,00
Insumos para fluxos aglomerados (para 1 tonelada de cada fluxo)	Unaprosil	R\$ 9.214,23
	Mineração Curimbaba	
	Fermavi	
	Fluorita Cordob SRL	
	Richards Bay Mining	
	Fragminas	
Saco 25kg	Magnesita	R\$ 2,76
	Supermercado Inconfidentes	
	LB Contentores Flexíveis	
	LB Contentores Flexíveis	
BigBag 500kg	LB Contentores Flexíveis	R\$ 220,37

Fonte: Autoral

4.2. Resultado cálculo de CAPEX

O investimento inicial em equipamentos é apresentado na tabela 6, que dispõe a quantidade, o valor unitário e total dos equipamentos necessários para implantação da fábrica de fluxos.

Tabela 6 — Custo de investimento em equipamentos

Produto	Quantidade	Especificação	Valor unitário	Valor total
Silo para líquidos	1	5m ³	R\$ 36.666,67	R\$ 36.666,67
Silo para sólidos	1	5m ³	R\$ 36.666,67	R\$ 36.666,67
Misturador Eirich R12	1	máx. 3000kg	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00
Disco de pelotização T10	1	Diâmetro = 1m	R\$ 170.000,00	R\$ 170.000,00
Esteira transportadora	1	3 m	R\$ 14.800,00	R\$ 14.800,00
Forno Calcinador	2	8m	R\$ 800.000,00	R\$ 1.600.000,00
Elevador	3	3m	R\$ 100.000,00	R\$ 300.000,00
Peneira rotativa	2	#08 à #35	R\$ 125.000,00	R\$ 250.000,00
Moinho de bolas TowerMill	1	d ₈₀ = 20 à 150µm	R\$ 473.000,00	R\$ 473.000,00
Tubo resfriador	1	300-500 kg/h	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00
Total				R\$ 4.081.133,33

Fonte: Autoral

Considerando que o custo com equipamento representa 75% do investimento inicial, os 25% restantes representam R\$ 1.020.283,33, destinado a custos de instalação e adequação dos equipamentos e do local de trabalho, uma vez que, optou-se pelo aluguel do espaço ao invés de sua aquisição.

4.3. Resultado do cálculo de OPEX

Os gastos com matéria prima e embalagem são estimados tendo em mente a produção de 5 toneladas diárias de fluxo, e considerando que durante o mês será produzido 70% do Fluxo F7AZ-EL12 e 30% do Fluxo F6A2-EL12. A Tabela 7 abaixo apresenta quantidades e preços dos insumos de cada fluxo, para a produção diária da planta.

Tabela 7 — Gastos para a produção diária de fluxo aglomerado.

Insumos	Quantidade (kg)		Unidade	Preço (R\$)	
	F7AZ-EL12	F6A2-EL12		F7AZ-EL12	F6A2-EL12
Silicato de Sódio Líquido	1.050,00	1.050,00	kg	R\$ 2.489,72	R\$ 2.489,72
Ferroligas	435,00	198,50	kg	R\$ 6.007,56	R\$ 3.024,28
Minerais	4.155,00	4.353,05	kg	R\$ 18.831,79	R\$ 13.228,10
Saco de 25kg	120	120	unidade	R\$ 331,20	R\$ 331,20
BigBag de 500kg	4	4	unidade	R\$ 881,48	R\$ 881,48
Gastos Totais				R\$ 28.541,75	R\$ 19.954,78

Fonte: Autoral

Com o funcionamento da fábrica de 21 dias ao mês, durante 14 dias será produzido 70 ton do fluxo F7AZ-EL12, com um gasto de R\$ 399.584,43, e durante 7 dias será produzido 35 ton do fluxo F6A2-EL12, com um gasto total mensal de R\$ 139.683,43. Ao final do mês a produção de 105 toneladas de fluxo resultará no gasto total de R\$ 539.267,96. Por fim, a produção de fluxo aglomerado anual chega a 1260 toneladas, com custo anual de R\$ 6.471.214,34.

Os gastos com folha salarial dos empregados, levam em consideração os encargos trabalhistas, que somam 62,34% ao salário inicial do colaborador. A Tabela 8 abaixo apresenta o salário final de cada funcionário.

Tabela 8 — Salário por cargo, somado aos encargos trabalhistas.

Cargo	Quantidade	Salário com encargos por cargo
Especialista em processo	1	R\$ 12.987,20
Líder de produção	1	R\$ 8.117,00
Operário	55	R\$ 4.058,50
Operário	3	R\$ 2.435,10
Total		R\$ 3.271.151,00

Fonte: Autoral

Anualmente a folha salarial totaliza um gasto de R\$ 3.271.151,00

Por fim, as despesas gerais com manutenção e gerenciamento geral estão expressas na Tabela 9 abaixo:

Tabela 9 — Custos de manutenção e gerenciamento geral da planta.

Tipo	Valor final
Energia elétrica	R\$ 12.222,00
Água	R\$ 5.000,00
Aluguel	R\$ 10.000,00
Custos Administrativos	R\$ 500,00
Análises Laboratoriais	R\$ 4.000,00
Limpeza	R\$ 300,00
Manutenção	R\$ 5.000,00
Outras Despesas	R\$ 1.000,00
Total	R\$ 38.022,00

Fonte: Autoral

As despesas gerais da planta totalizam anualmente, um gasto de R\$ 456.264,00 Somando todos os gastos de OPEX, insumos, folha salarial e despesas gerais, o gasto anual de OPEX da planta de fluxo aglomerado estipulada é de R\$ 10.198.630,52

4.4. Receita Total

O cálculo da receita total baseou-se no valor médio de mercado praticado para os dois tipos de fluxo produzidos. Além disso, considerou-se a venda completa de todo o material produzido. A Tabela 10 abaixo apresenta a receita total equivalente à venda em um mês.

Tabela 10 — Receita Total Fluxos Produzidos

Produto	Produção mensal (un.)	Preço Unitário	Preço Total
F6A2-EL12 (25 kg)	840	R\$ 394,90	R\$ 331.716,00
F6A2-EL12 (500 kg)	28	R\$ 8.428,40	R\$ 235.995,20
F7AZ-EL12 (25 kg)	1680	R\$ 404,89	R\$ 680.215,20
F7AZ-EL12 (500 kg)	56	R\$ 9.798,00	R\$ 548.688,00
Total			R\$ 1.796.614,40

Fonte: Autoral

Anualmente a venda dos produtos gera uma receita equivalente a R\$ 21.559.372,80

4.5. Tributação

A taxa percentual dos tributos foi levantada a partir de dados atualizados para 2023. Dessa forma, a partir dessas taxas calculou-se o valor real incidente, anualmente, sobre a fábrica de fluxos, representado na Tabela 11.

Tabela 11 — Tributação Anual Fábrica de Fluxos

Imposto	Taxa Percentual	Valor Real
ICMS	18%	R\$ 3.880.687,10
CONFINS	3%	R\$ 646.781,18
PIS	0,65%	R\$ 140.135,92
CSLL	12%	R\$ 206.969,98
IRPJ	15%	R\$ 258.712,47
IRPJ (adicional)	10%	R\$ 148.474,98

Fonte: Autoral

4.6. Depreciação

A depreciação calculada é apresentada na Tabela 12. Para sua determinação, foi considerado um valor residual nulo.

Tabela 12 — Depreciação dos equipamentos.

Equipamento	Custo Unitário	Taxa de Depreciação anual	Vida útil	Depreciação ao ano
Silo para líquidos	R\$ 36.666,67	10,0%	10	R\$ 3.666,67
Silo para sólidos	R\$ 36.666,67	10,0%	10	R\$ 3.666,67
Misturador eirich R12	R\$ 1.000.000,00	20,0%	5	R\$ 200.000,00
Disco de pelotização T10	R\$ 170.000,00	10,0%	10	R\$ 17.000,00
Esteira transportadora	R\$ 14.800,00	10,0%	10	R\$ 1.480,00
Forno Calcinador	R\$ 1.600.000,00	10,0%	10	R\$ 160.000,00
Elevador	R\$ 300.000,00	10,0%	10	R\$ 30.000,00
Peneira rotativa	R\$ 250.000,00	20,0%	5	R\$ 50.000,00
Moinho de bolas TowerMill	R\$ 473.000,00	20,0%	5	R\$ 94.600,00
Tubo resfriador	R\$ 200.000,00	10,0%	10	R\$ 20.000,00

Fonte: Autoral

Devido a presença de equipamentos com vida útil menor, nos primeiros 5 anos do empreendimento a depreciação por ano será de R\$ 580.413,33, e nos 5 anos em sequência a depreciação será de R\$ 235.813,33 ao ano.

4.7. Fluxo de Caixa

Para facilitar a elaboração do gráfico de Fluxo de Caixa, foi elaborada a Tabela 13, com a Demonstração de Resultados do Exercício anual da planta de fluxos aglomerados. Somado ao investimento inicial de equipamentos que totalizou R\$ 5.101.416,67, foi estipulado um fundo de reserva de R\$ 2.486.750,88. Portanto, o investimento fixo inicial necessário para a indústria é de R\$ 7.588.167,55.

Para elaboração, foram calculados a receita total de vendas que ao subtrair a receita bruta, despesas com matéria prima, mão de obra, despesas operacionais gerais e tributação resultou no lucro líquido obtido pelo empreendimento.

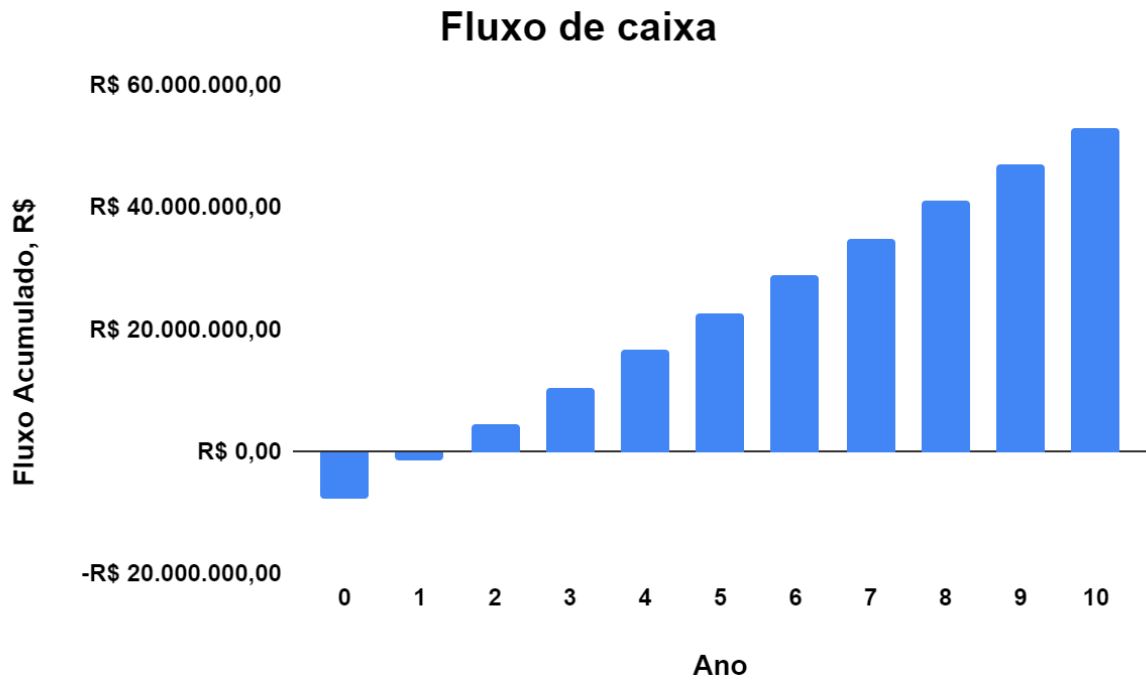
Tabela 13 — Demonstração de resultado do exercício anual.

RECEITA TOTAL DE VENDAS	R\$ 21.559.372,80
(-) Deduções de receita bruta	
ICMS	R\$ 3.880.687,10
COFINS	R\$ 646.781,18
PIS	R\$ 140.135,92
= RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA	R\$ 16.891.768,59
Despesas com insumo e matérias primas	R\$ 6.471.215,52
= LUCRO OPERACIONAL BRUTO	R\$ 10.420.553,07
(-) Despesas	
Despesas com mão de obra	R\$ 3.271.151,00
Despesas operacionais gerais	R\$ 456.264,00
= LUCRO OPERACIONAL	R\$ 6.693.138,07
(-) Tributação	
Previsão CSLL	R\$ 206.969,98
Previsão IRPJ	R\$ 258.712,47
IRPJ adicional	R\$ 148.474,98
= LUCRO LÍQUIDO	R\$ 6.078.980,63

Fonte: Autoral

A partir da Tabela 13, foi elaborada a Figura 14 abaixo, em que o ano 0 representa o início das atividades com o investimento inicial de R\$7.588.167,55. Não levando em consideração a ação temporal na capital, o investimento é recuperado durante o primeiro e o segundo ano de exercício. Ao final de 10 anos de atuação no setor é previsto um fluxo de caixa acumulado no valor de R\$53.201.638,79.

Figura 14 — Fluxo de Caixa Acumulado



Fonte: Autoral

4.8. Medidas de Lucratividade

Inicialmente calculou-se o valor de VPL (Valor Presente Líquido), a partir da equação 5, para o fluxo de caixa determinado anteriormente e demonstrado na Figura 14. Para que um empreendimento seja considerado viável baseado no VPL, é necessário que seu resultado seja positivo, para a planta de fluxo aglomerado o valor do VPL foi de R\$ 76.369.132,17, ou seja, o projeto é viável.

Os valores encontrados de VPL podem ser visualizados na Tabela 14, abaixo:

Tabela 14 — Cálculo do Valor Presente e Valor Presente Líquido Acumulado.

Ano	Fluxo de caixa	Valor Presente	VPL Acumulado
0	-R\$ 7.588.167,55	-R\$ 7.588.167,55	-R\$ 7.588.167,55
1	-R\$ 1.509.186,91	-R\$ 1.287.153,02	-R\$ 8.875.320,56
2	R\$ 4.569.793,72	R\$ 3.324.075,61	-R\$ 5.551.244,95
3	R\$ 10.648.774,36	R\$ 6.606.342,27	R\$ 1.055.097,32
4	R\$ 16.727.754,99	R\$ 8.850.875,94	R\$ 9.905.973,25
5	R\$ 22.806.735,62	R\$ 10.291.978,52	R\$ 20.197.951,78
6	R\$ 28.885.716,26	R\$ 11.117.471,70	R\$ 31.315.423,47
7	R\$ 34.964.696,89	R\$ 11.477.301,97	R\$ 42.792.725,44
8	R\$ 41.043.677,52	R\$ 11.490.619,82	R\$ 54.283.345,26
9	R\$ 47.122.658,16	R\$ 11.251.595,70	R\$ 65.534.940,95
10	R\$ 53.201.638,79	R\$ 10.834.191,22	R\$ 76.369.132,17

Fonte: Autoral

Outro parâmetro para atestar a viabilidade do projeto é a TIR, para a empresa de estudo a TIR foi de 79%, resultado superior à TMA, de 17,25%, e sendo assim, o projeto é compreendido como viável. O cálculo do ROI, ou retorno sobre o Investimento, utilizando a equação 7, para 1 ano em atividade, é de 80,11%.

A Taxa de Lucratividade obteve-se o resultado de 11,06, ou seja, para cada R\$1,00 investido no empreendimento o ganho será de R\$11,06. O tempo de retorno do investimento, ou o *Payback* descontado é observado da passagem do ano 2 para o 3, mais precisamente, a aplicação inicial terá seu retorno completo após 2,84 anos.

5. CONCLUSÃO

A partir dos cálculos realizados para determinação da viabilidade econômica do empreendimento pretendido, os resultados encontrados foram satisfatórios e resultaram em valores altos de retorno para a empresa.

Os custos CAPEX e OPEX determinados juntamente com ao cálculo da receita bruta considerando, tributações e depreciações dos equipamentos resultaram em um lucro líquido de R\$6.078.980,63 anual, um valor alto devido principalmente ao mapeamento realizado para determinação dos preços de venda do produto, e por ter em sua composição e produção elementos de alto valor atribuídos. Dessa forma, realizando a projeção do fluxo de caixa por 10 anos, acumula-se um valor de R\$53.201.638,79.

As outras ferramentas de análise calculadas a partir da projeção do fluxo de caixa, atrelada a TMA, do mês de novembro de 2023 igual a 17,25%, e ao investimento inicial necessário foram, o Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 76.369.132,17, o *PayBack* Descontado de 2,84 anos, a Taxa Interna de retorno (TIR) de 79% e o Retorno sobre o Investimento (ROI) de 80,11%.

Todos esses resultados calculados e analisados, permitiram analisar o quão viável uma fábrica de fluxos aglomerados para soldagem pode ser, devido ao Valor Presente Líquido ser positivo, o projeto ter um tempo de retorno de capital rápido e em relação ao desembolso para investimento e a TIR possui um valor superior a TMA. Há uma grande possibilidade de entrada no mercado consumidor, uma vez que apenas duas empresas principais realizam a produção desse bem intermediário, ESAB e Lincoln Eletric, e que os avanços econômicos do mercado brasileiro em relação aos consumidores desse produto estão em superávit graças a, principalmente, incentivos fiscais e aquecimento da economia.

Ademais, algumas sugestões para os próximos passos desse projeto são, considerar uma venda atípica dos produtos, prevendo uma oscilação dos mercados consumidores para avaliar a viabilidade da instalação em um cenário pessimista e considerar a reposição dos equipamentos que depreciam em 5 anos, determinando os gastos com CAPEX entre os 10 anos analisados.

REFERÊNCIAS

- ASME – American Society of Mechanical Engineers. **Boiler and Pressure Vessel Code, section II, part. C.** New York, 2021.
- BALDIN, E. **Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira de um Empreendimento Comercial e de Prestação de Serviços Técnicos.** 2014. 133 p. Monografia (Pós-graduação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, 2014.
- BRASIL. **Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991.** Dispõe sobre a organização da Seguridade Social, institui Plano de Custeio, e dá outras providências. 24 jul. 1991. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8212compilado.htm. Acesso em: 25 out. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 9.249, de 26 de dezembro de 1995.** Altera a legislação do imposto de renda das pessoas jurídicas, bem como da contribuição social sobre o lucro líquido, e dá outras providências, 26 dez. 1995. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9249.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.249%2C%20DE%2026%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201995.&text=Altera%20a%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20do%20imposto,1%C3%ADquido%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias. Acesso em: 24 out. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 9.430, de 27 de dezembro de 1996.** Dispõe sobre a legislação tributária federal, as contribuições para a seguridade social, o processo administrativo de consulta e dá outras providências, 27 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9430compilada.htm. Acesso em: 24 out. 2023.
- BRASIL. **Ministério da Fazenda.** Secretaria da Receita Federal. Instrução Normativa RFB Nº 1700, 2017.
- BRITO, David Christian. **Metodologia Para Elaboração De Estudos De Viabilidade Econômica Para Empreendimentos Na Construção Civil.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- CARNEIRO, Lucianne. **Produção industrial cresce 0,4% em agosto, abaixo do esperado pelo mercado.** Valor Econômico, 3 out. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/10/03/producao-industrial-brasileira-cresce-04percent-em-agosto-abaixo-do-esperado-pelo-mercado.ghtml>. Acesso em: 18 out. 2023.
- CÉSAR, Paulo. **Histórico, características e técnicas de soldagem a Arco Submerso.** Alusolda, 5 fev. 2018. Disponível em: <https://alusolda.com.br/historico-caracteristicas-e-tecnicas-de-soldagem-a-arco-submerso/>. Acesso em: 16 out. 2023.

DINIZ, Ingrid Silva. **Estudo Da Soldagem A Arco Submerso Sob Diferentes Condições De Corrente Aplicada A Um Aço Com Médio Teor De Carbono**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Disponível em: https://www.eng-materiais.bh.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/189/2018/06/TCCII_1%C2%BA_2013_Ingrid-Silva-Diniz_Prof.JoelRomano.pdf. Acesso em: 10 out. 2023.

FLUXO PARA SOLDAS: CONHECENDO ALGUNS DETALHES IMPORTANTES SOBRE O FLUXO PARA SOLDA. ArgoSoldas, 2023. Disponível em: <https://www.argonsoldas.com.br/fluxo-solda>. Acesso em: 14 set. 2023.

FORTES, Cleber; ARAÚJO, Welerson. **Apostila de Arco Submerso**. ESAB Brasil, 2004a. Disponível em: https://esab.com/index.cfm/_api/render/file/?method=inline&fileID=68764649-FAC0-497B-B60F3029CE3042AE. Acesso em: 23 jul. 2023.

LIMA, Leandro. **Como os robôs colaborativos estão mudando a área da soldagem**. TecFlow, 12 jul. 2023. Disponível em: <https://tecflow.com.br/2023/07/12/como-os-robos-colaborativos-estao-mudando-a-area-da-soldagem/>. Acesso em: 14 set. 2023.

LOPES SILVA, Diogo Aparecido et al. Análise de viabilidade econômica de três sistemas produtivos de carvão vegetal por diferentes métodos. Revista *Árvore*, v. 38, n. 1, 2014.

MARQUES, P., MODENESI, P., **Soldagem I Introdução aos Processos de Soldagem**. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <https://demet.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2012/10/processo.pdf>. Acesso em 23 jul. 2023.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 48.648, de 7 de julho de 2023**. Altera o Decreto nº 48.589, de 22 de março de 2023, que regulamenta o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS, e dá outra providência, 7 jul. 2023.

OLMOS, Marli. **Indústria automobilística acelera quase 11% na comparação anual e produz 227,9 mil veículos em maio**. Valor Investe, 3 out. 2023. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/brasil-e-politica/noticia/2023/06/06/industria-automobilistica-acelera-quase-11percent-na-comparacao-anual-e-produz-2279-mil-veiculos-em-maio.ghtml>. Acesso em: 18 out. 2023.

Para Márcio França, setor naval salta para o melhor dos anos. Portos e Navios, 22 ago. 2023. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/especial-navalshore/paramarcio-franca-setor-naval-salta-para-o-melhor-dos-anos>. Acesso em: 18 out. 2023.

PETERS, M. S.; TIMMERHAUS, K. D. **Plant Design and Economics for Chemical Engineers**. 4ª ed.. ed. New York: McGraw-Hill Professional, 1991. 925 p. ISBN 0-07-100871-3.

Processos atuais da Soldagem a Arco Voltaico: Soldagem a Arco Submerso. Centro de Informação Metal Mecânica, 2023. Disponível em: https://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6295-soldagem-a-arco-submerso#. Acesso em: 16 out. 2023.

ROSENQVIST, T. **Principles of Extractive Metallurgy**. 2ª ed. Mc Graw-Hill, 1983.

Setor de Construção Civil deve crescer 2,5% em 2023. Valor Econômico, 26 abr. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/dino/noticia/2023/04/26/setor-da-construcao-civil-deve-crescer-25-em-2023.ghtml>. Acesso em: 18 out. 2023.

SEVERO, A.B. **Análise de Viabilidade Econômico-Financeira de um Empreendimento no Setor Alimentício**. 2017. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

Soldagem a Arco Submerso. Centro de Informação Metal Mecânica, 2023. Disponível em: https://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6295#. Acesso em: 28 out. 2023.

Tamanho Do Mercado Construção Naval & Análise De Participação - Tendências De Crescimento E Previsões (2023 - 2028). Mordor Intelligence, 2023. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/ship-building-market>. Acesso em: 17 out. 2023.

TÚLIO, Marcos. **Capex e Opex: entenda a importância da estruturação das despesas**. UCJ, UFMG Consultoria Júnior, 30 jun. 2020.

TURTON, R. et al. (ED.). **Analysis, synthesis, and design of chemical processes**. 5th edition ed. Boston: Prentice Hall, 2018.

VIANA, Caroline Espinosa. **Escórias de fluxo de soldagem como agregado miúdo para a produção de argamassas de múltiplo uso**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007. Disponível em: <https://uenf.br/cct/leciv/files/2015/01/6.pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

WAINER, Emílio. DUARTE, Sérgio Brandi. DÉCOURT, Fábio Homem de Mello. **Soldagem – processos e metalurgia**. São Paulo; Ed. Edgard Bluncher LTDA, 1992.