

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – UFMS  
CAMPUS DE NOVA ANDRADINA - CPNA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**SUELEN TIEMI UMADA**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO DE  
APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOMASSA DE ALGODÃO  
EM UMA INDÚSTRIA DE FIAÇÃO**

**Nova Andradina  
2025**

SUELEN TIEMI UMADA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO DE  
APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOMASSA DE ALGODÃO EM UMA  
INDÚSTRIA DE FIAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Produção pela Universidade  
Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS.

Orientador: Dr. Edward Seabra Júnior

Nova Andradina  
2025

UMADA, Suelen Tiemi

Análise de Viabilidade Econômica do Projeto de Aproveitamento Energético de Biomassa de Algodão em uma Indústria de Fiação / Suelen Tiemi Umada, 2025

43 f. : il.

Orientador: Dr. Edward Seabra Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Nova Andradina, 2024.

1.Biomassa de algodão. 2.Geração de energia. 3.Viabilidade Econômica. I. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Nova Andradina. II. Análise da Viabilidade Econômica do Projeto de Aproveitamento Energético da Biomassa de Algodão em uma Indústria de Fiação.

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

### **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DA BIOMASSA DE ALGODÃO EM UMA INDÚSTRIA DE FIAÇÃO**

SUELEN TIEMI UMADA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Produção pela  
Universidade Federal de Mato Grosso  
do Sul – UFMS

APROVADO EM: 17/10/2025

### **BANCA EXAMINADORA**

---

**ORIENTADOR (A)**  
**Dr. EDWARD SEABRA JÚNIOR**

---

**MEMBRO 1**  
**Dra. AMELIA DE LORENA STANZANI**

---

**MEMBRO 2**  
**Dra. SIMONE GEITENES COLOMBO**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

A Deus por me dar a oportunidade de realizar a graduação,  
Aos meus pais que trabalharam muito para me dar oportunidades,  
A minha família que sempre me apoiou nas minhas decisões.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de me graduar em uma universidade pública gratuita e de qualidade em Mato Grosso do Sul, a UFMS se tornou a minha segunda casa durante a minha graduação.

Agradeço a minha família, aos meus pais e minha irmã por sempre me apoiar e me ajudar a sempre me motivar, continuar e nunca desistir.

Agradeço aos professores da UFMS CPNA que passaram nas nossas salas de aula com muitos ensinamentos e compartilhando muitas experiências profissionais e oportunidades.

Gostaria também de agradecer a empresa que me deu a oportunidade de conhecer o mercado de trabalho e a profissão de engenharia de produção, meu supervisor de estágio e a equipe de sustentabilidade e inovação, sem a experiência e o contato direto com a empresa não seria possível elaborar a pesquisa.

Muito obrigada a todos por me acompanhar nesta caminhada!

“Felicidade é uma combinação de sorte com escolhas bem feitas”  
(Martha Medeiros)

## RESUMO

### ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOMASSA DE ALGODÃO EM UMA INDÚSTRIA DE FIAÇÃO

**Suelen Tiemi Umada<sup>1</sup>, Edward Seabra Júnior<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Engenharia de Produção da UFMS, campus Nova Andradina

<sup>2</sup>Professor (a) da UFMS, Curso de Engenharia de Produção da UFMS, campus Nova Andradina

O presente trabalho mostra a análise da viabilidade econômica do projeto para aquisição de uma peletizadora, visando substituir a biomassa convencional de eucalipto pelo *Micropó* gerado pela própria indústria têxtil estudada. Para encontrar uma destinação adequada para esse resíduo, foi desenvolvido um projeto que visa sua utilização por meio da peletização, permitindo que ele seja utilizado na caldeira em conjunto com cavaco. A pesquisa considerou três cenários distintos: otimista, provável e pessimista, com taxas de substituição de biomassa definidas para cada um deles. Os resultados mostraram que, com uma substituição de 8,83% de cavaco pelo *Micropó*, apresentou o VPL mais alto (R\$ 32.855,25) e uma TIR de 20%, com um Payback projetado de 4,17 anos. No cenário provável, com uma troca de 7,06%, o VPL alcançou R\$ 11.341,19 e a TIR foi de 14%, enquanto o Payback foi calculado em 5,22 anos. No cenário pessimista, resultou em 4,41% de *Micropó*, o VPL ficou negativo em R\$ 20.754,18, com TIR de 3% e Payback de 8,34 anos. Foi possível avaliar o potencial de uso da biomassa de algodão na alimentação da caldeira como uma alternativa para agregar valor ao resíduo e, assim, viabilizar o retorno do investimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** *biomassa de algodão, geração de energia, viabilidade econômica, indústria de fiação.*

## ABSTRACT

### ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS OF THE COTTON BIOMASS ENERGY PROJECT IN A SPINNING INDUSTRY

**Suelen Tiemi Umada<sup>1</sup>, Edward Seabra Júnior<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Student of the Production Engineering Course at UFMS, Nova Andradina campus

<sup>2</sup>Professor at UFMS, Production Engineering Course at UFMS, Nova Andradina campus

The present work shows the analysis of the economic feasibility of the project for the acquisition of a pellet mill, aiming to replace the conventional eucalyptus biomass by the *Micropowder* generated by the textile industry studied. To find an appropriate destination for this waste, a project was developed that aims to use it through pelletizing, allowing it to be used in the boiler together with chips. The research considered three distinct scenarios: optimistic, probable and pessimistic, with biomass replacement rates defined for each of them. The results showed that, with a replacement of 8.83% of chips by *Micropó*, it had the highest NPV (R\$ 32,855.25) and an IRR of 20%, with a projected Payback of 4.17 years. In the probable scenario, with an exchange of 7.06%, the NPV reached R\$ 11,341.19 and the IRR was 14%, while the Payback was calculated at 5.22 years. In the pessimistic scenario, it resulted in 4.41% of *Microdust*, the NPV was negative at R\$ 20,754.18, with an IRR of 3% and Payback of 8.34 years. It was possible to evaluate the potential use of cotton biomass in the boiler feed as an alternative to add value to the waste and, thus, enable the return on investment.

**KEYWORDS:** *cotton biomass, energy generation, economic viability, spinning industry.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da fiação I e II .....	19
Figura 2 – Depósito .....	21
Figura 3 – Formação de lotes .....	21
Figura 4 – Abertura das plumas.....	22
Figura 5 – Blendomat .....	22
Figura 6 – Passador .....	23
Figura 7 – Autocoro 8 Saurer Schlafhorst.....	24
Figura 8 – Processo de fiação open-end no Autocoro .....	24
Figura 9 – Etapa de vaporização .....	25
Figura 10 – Embalagem e estoque.....	26
Figura 11 – Fluxograma do processo de fiação .....	27
Figura 12 – Fluxograma – geração de resíduos para cada fase de produção.....	27
Figura 13 – Prensador de Micropó .....	28
Figura 14 – Máquina peletizadora .....	32
Figura 15 – Payback (cenário otimista).....	35
Figura 16 – Payback (cenário provável).....	36
Figura 17 – Payback (cenário pessimista) .....	36

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Geração de Micropó na fiação I e II .....	29
Tabela 2 – Consumo de cavaco na safra de soja em 2024 .....	30
Tabela 3 – Fluxo de caixa (cenário otimista) .....	32
Tabela 4 – Fluxo de caixa (cenário provável) .....	33
Tabela 5 – Fluxo de caixa (cenário pessimista) .....	33
Tabela 6 – VPL .....	37
Tabela 7 – TIR x VPL .....	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ESG – Ambiental, Social e Governança

ONU – Organização das Nações Unidas

ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

VPL – Valor Presente Líquido

TIR – Taxa Interna de Retorno

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA.....</b>	<b>15</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
<b>3. MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>27</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O reaproveitamento de resíduos industriais para gerar valor tem se tornado um assunto bastante discutido nas grandes empresas que envolve o meio ambiente. Isso tem uma relação direta com ESG (Ambiente, Social e Governança), os quais a temática tem ganhado destaque no mercado.

Com a busca de recursos para realizar investimentos, as empresas começaram a ter a percepção da necessidade de responsabilidade ambiental. O comprometimento com as práticas ESG traz a aderência e valorização em termos de transparência, responsabilidade e compromissos com o meio ambiente. Com estas características, é possível compreender a estrutura e as práticas de governança das empresas que buscam investimentos, trazendo maiores possibilidades ligados aos acessos financiamentos (Li *et al.*, 2023). Caso contrário, a tendência é demonstrar declínio em termo de competitividade entre as empresas.

Esta mudança de comportamento empresarial está diretamente ligada com a agenda proposta pela ONU (Organização das Nações Unidas), no qual foram criados os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), que tem como função um guia mundial para enfrentar problemas sociais: pobreza, danos ao meio ambiente e as mudanças climáticas. A ideia é que todos, não importa onde esteja, tenha uma vida melhor. O Brasil então, se comprometeu também juntamente com outros países com metas até 2030 (ONU, 2021).

Dentro desses objetivos, o 7.2 se destaca nesta pesquisa por propor o aumento da participação de energia renovável no mundo e a redução da utilização de combustíveis poluentes. A energia térmica renovável também faz parte da proposta, utilizando recursos naturais sem prejudicar a natureza e auxilia a diminuir gases de efeito estufa (VIEZZER *et al.*, 2021).

ANEEL (2012) destaca que a biomassa tem sido frequentemente defendida como uma alternativa para a produção de energia térmica. Diante disso, um dos sistemas mais econômicos para o uso de combustíveis é a Cogeração, que produz energia elétrica e calor útil ao mesmo tempo, e os resíduos mais comumente utilizados neste sistema são as biomassas agrícolas como madeira e cana-de-açúcar que são plantados e colhidos para fins energéticos. (BORGES *et al.*, 2008).

Punchihewa *et al.* (2016), apontam que o reaproveitamento de resíduos de tecidos é mais significativo do que liberá-los ou descartar no meio ambiente. Ademais, Bodur *et*

*al.* (2017) confirma que a reutilização de resíduos orgânicos para gerar energia é mais vantajosa em comparação com todas as outras técnicas de eliminação. Nunes *et al.* (2018) estabeleceram ainda que existe um enorme potencial na produção de energia térmica a partir de resíduos.

Do ponto de vista industrial, com a alta demanda de produção de energia térmica, isso abriu caminho para a investigação de possíveis estratégias de aproveitamento de resíduos de tecidos para produção de energia térmica. (Münster *et al.*, 2011). Diante dessa reflexão, é factível que qualquer aproveitamento orgânico que antes tinha como destinação o descarte passe a agregado o valor, como também é alto em eficiência energética. Dessa forma, alinha dentro dos princípios ESG no surgimento de oportunidades financeiras, sociais e ambientais.

Com a realização deste estudo, o objetivo foi analisar a viabilidade da proposta de implantação da peletizadora de *Micropó* do processo de fiação de algodão, para alimentar o queimador e gerar energia, a fim de avaliar o impacto sobre os custos da empresa e reduzir a poluição ambiental. O tema abordado oferece um grande potencial de crescimento no mercado têxtil, além de permitir estudos mais profundos.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade econômica do projeto de peletização dos resíduos de algodão de uma indústria de fiação.

### **1.2.2 Específico**

Descrição dos processos produtivos de fiação;

Identificar a quantidade de resíduo de algodão gerado na fiação;

Avaliar financeiramente o investimento do equipamento para peletização;

Comparar o consumo das lenhas e cavacos com o resíduo de algodão;

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Energia renovável**

#### **2.1. 1 Biomassa**

O combustível fóssil por mais que tenha alto poder energético, ele é finito. Em busca da substituição deste combustível, a biomassa tem se tornado uma das alternativas mais econômicas e sustentáveis para escolha da energia renovável. Atualmente, os

resíduos agrícolas são fontes potenciais de produção de matérias-primas vegetais (GRAÇA E CALDAS, 2017).

Em sua definição mais ampla, o termo biomassa refere-se a qualquer tipo de matéria orgânica extraída de fontes vegetais ou animais, bem como de seus processos de transformação naturais ou artificiais. Estes produtos são frequentemente associados ao processo de fotossíntese direta ou indireta e, portanto, são desenvolvidos regularmente e classificados como fontes renováveis (AGUIAR, 2010). Para melhorar o uso da biomassa, essas inovações aumentam a eficiência da conversão da biomassa em energia e apresentam desafios relacionados ao contexto ambiental e operacional (DEMIRBAS, 2001).

McKendry (2002) também ressalta que a biomassa é composta por uma variedade de materiais, incluindo resíduos de colheita, madeiras e resíduos urbanos. Esses materiais podem ser usados para produzir energia renovável. Johansson *et al.* (2019) explica que a utilização da biomassa para a geração de energia é mais sustentável e contribui para diminuição das emissões poluidoras.

O *Micropó*, um resíduo produzido durante o processo de fiação de algodão, é uma biomassa composto por partículas finas que são separadas de impurezas e fibras curtas durante as etapas de penteagem e cardagem. As impurezas orgânicas são compostas como restos de folhas, cascas, galhos e caroços, são reduzidos a partículas durante o processo de filtragem das plumas de algodão. Após a conclusão do processo de limpeza, esses resíduos se acumulam em forma de pó, constituindo um subproduto de grande volume e de baixo valor agregado.

### **2.1.2 Pellets para uso energético**

*Pellets* é um material que possui formato de pequenos cilindros compactos onde são utilizados os materiais orgânicos. O uso de pellets de biomassa se tornou uma opção viável e sustentável para a produção de energia renovável. O material possui formato de pequenos cilindros compactos onde são utilizados os materiais orgânicos. Os pellets produzidos por compressão reduzem significativamente o teor de umidade e aumentam a densidade energética, reaproveitando os resíduos como uma alternativa viável de destinação.

De acordo com Vidal e Hora (2014), o processo de densificação de biomassa consiste em aplicar pressão a uma massa de partículas, com ou sem a inserção de ligantes ou tratamento térmico. Sob alta pressão e temperatura, a matéria-prima é compactada em

pequenos cilindros com diâmetro entre 6 e 10 mm e comprimento de até 30 mm, após ser processada em plantas industriais estacionárias (GARCIA; CARASCHI; VENTORIM, 2013).

Em relação a lenhas, o material é de fácil manuseio e não exige esforço físico dos operadores, produz menor volume de cinzas e menor é manutenção do queimador, pois a biomassa de algodão possui eficiência energética maior que lenhas. Além disso, a energia da biomassa tem sido vista como um recurso com menor impacto climático. Isso se deve ao aumento gradativo do preço do combustível fóssil causando insegurança, e a contribuição para emissão de gás poluente causado pelo consumo deste combustível. (SIKKA; THORNTON, 2012).

## 2.2 Métricas para análise de viabilidade econômica

### 2.2.1 TIR

TIR é a taxa que tem como objetivo pagar o investimento inicial do projeto quando considerado o valor do dinheiro no tempo, ou seja, a taxa de juros que corresponde ao valor presente líquido zero. Essa taxa torna o desembolso inicial do projeto o mesmo que as entradas de caixa futuras. Como afirmado por Souza (2003), a fórmula apresentada a seguir pode ser utilizada para analisar a TIR de um investimento:

$$0 = \frac{Fco}{(1+TIR)^0} + \frac{Fco}{(1+TIR)^1} + \frac{Fco}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{Fco}{(1+TIR)^n} \quad (1)$$

Onde: FC= Fluxo de Caixa;

TIR= Taxa Interna de Retorno.

Fonte: Souza (2003, p. 81)

### 2.2.2 VPL

De acordo com Samanez (2009), o Valor Presente Líquido (VPL) é uma ferramenta utilizada para calcular, em termos de valor presente, o impacto financeiro de eventos futuros associados a uma alternativa de investimento. Essa metodologia permite quantificar os fluxos de caixa gerados por um projeto ao longo de sua vida útil, proporcionando uma avaliação precisa de sua viabilidade econômica, conforme a fórmula a seguir:

$$VPL = \frac{FCO}{(1+i)^n} + \frac{FCO}{(1+i)^1} + \frac{FCO}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FCO}{(1+TIR)^n} \quad (2)$$

Onde: VPL= Valor Presente Líquido;

FC= Fluxo de Caixa;

i = Taxa de desconto.

Ainda, Samanez (2009), ressalta que a escolha de realizar ou não o investimento resume-se da seguinte forma:

- $VPL > 0$ , o projeto é aceito;
- $VPL = 0$ , é indiferente aceitar ou não;
- $VPL < 0$ , o projeto é rejeitado.

### 2.2.3 Tempo de Retorno de Investimento - Payback

Essa relação entre sustentabilidade e eficiência energética evidencia a importância de gestão de projetos e avaliar a viabilidade de investimento dos projetos em equipamento de alto custo. O Payback é um indicador que é amplamente utilizado para análises de viabilidade, o qual calcula o período que necessita para recuperar fluxos de caixas investidos inicialmente. Na visão do Fanti (2015), avaliar a eficiência dos investimentos é fundamental para a tomada de decisão de gestores, proprietários ou acionistas. O tomador de decisão pode determinar se o investimento agregará valor à organização.

Para realizar o cálculo do Payback segundo Sousa (2004), Payback é um método utilizado para determinar o tempo necessário para recuperar o investimento. O indicador tem como objetivo mostrar como uma linha do tempo de quanto tempo leva para que o projeto seja pago e identificar se vai ter lucratividade ou prejuízo financeiro. Neste estudo foi utilizado o Payback Simples por ser a função mais popular e por possuir a menor complexidade nas operações. Neste caso, os critérios incluem o número total de benefícios obtidos com a implementação do projeto. O período de retorno é o tempo necessário para que esses benefícios se somem ao investimento total realizado (ABREU FILHO *et al.*, 2007, p. 78).

De acordo com o GITMAN (2001), quando os fluxos de caixa são constantes ao longo dos anos, o cálculo pode ser feito pela divisão do valor do investimento inicial pela

entrada anual de caixa. Porém, caso os fluxos sejam diferentes e variáveis é importante somar de forma acumulada até o valor total do investimento seja igual.

Bruni e Famá (2007, p. 67) explica que, para calcular o payback simples de um projeto, o tempo exato acumulado seja zero, ou seja, o resultado da soma entre os desembolsos iniciais e os fluxos de caixa positivos seja igual a zero. Um ponto importante é que este tipo de payback não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, os fluxos de caixa são tratados com seus valores nominais sem descontar uma taxa de juros ou custo de capital.

Sendo assim, o tempo necessário para a empresa recuperar o investimento pode ser calculado de duas formas: descontado ou simples. O payback simples, que ignora o custo do capital, e o payback descontado, que considera esse fator ao trazer os fluxos de caixa a valor presente.

### **3. MÉTODO DE PESQUISA**

#### **3.1 Empresa**

A empresa objeto de estudo trata-se de uma cooperativa com foco em agronegócio, foi fundada por 27 produtores de algodão e foi inaugurada a primeira fiação de algodão em MS. Atualmente, a Copasul (Cooperativa Agrícola Sul-Mato-Grossense) possui duas unidades de fiação de algodão e também atua no ramo de compra e comercialização de grãos (soja e milho), o qual possui doze unidades de armazenamento. A cooperativa presta suporte técnico aos produtores rurais, fornece insumos agrícolas, como agroquímicos, fertilizantes e sementes, desenvolve projetos agrícolas e ambientais para instalação de pivôs de irrigação, além de fornecer equipamentos de irrigação de precisão e soluções para produção de energia solar. (COPASUL, 2024).

A empresa também conta com uma unidade TRR (Transportador, Revendedor e Retalhista) para a comercialização e distribuição de combustível diesel a granel, e a Fecularia, no qual a mandioca é processada, matéria-prima para produtos como a fécula de tapioca e outros derivados que contêm amido em sua composição. A unidade estudada possui duas unidades industriais de fiação, em que o algodão e poliéster/algodão é transformado em fios. O processo produtivo é realizado no município de Naviraí-MS.

**Figura 1 – Localização da Fiação I e II**



Fonte: google Earth (2024).

A unidade conta com duas indústrias, no qual passou pela ampliação com investimentos de 100 milhões em 2023. Hoje a fiação é uma das fiações mais modernas do Brasil e recebeu certificação de reconhecimento internacional Belcoro pelo padrão de qualidade dos fios, e um dos pioneiros no mercado brasileiros a adotarem máquinas como o Autocoro 8 da Suíça e Shetrezer 5 da Alemanha.

### 3.2 Processo de produção de fios de algodão

Os procedimentos de fiação do algodão abrangem desde a chegada da matéria-prima para o processamento do algodão até o armazenamento dos fios. O processo de fiação inicia-se com a abertura dos fardos, depois a limpeza das fibras, a pré-filtragem do algodão, a tecelagem, os filatérios e, finalmente, a fiação, onde os filamentos são torcidos para a criação de fios. Através desses processos que originam os fios cardados, fios penteados e fios open-end (GORINI e SIQUEIRA, 1997).

A coleta de dados do processo produtivo foi realizada através de visitas in loco, no qual foram mapeados o processo produtivo, conforme as etapas a seguir:

- Depósito: A partir da chegada da matéria-prima do beneficiamento, o algodão é organizado em lotes conforme mostra na figura 2 e 3, no qual 46 fardos pequenos e 20 fardos grandes são formados em um único lote para realizar a abertura das plumas. A abertura consiste em cortar o arame que segura os fardos. A matéria-

prima fica no aguardo para a próxima etapa por 8 horas até liberar a sala de abertura na etapa de abertura das plumas.

**Figura 2 – Depósito**



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

**Figura 3 – Formação de lotes**



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

- Sala de abertura: Nesta etapa é responsável pela abertura das plumas, mistura e a limpeza de algodão. Na figura 4, após a retirada dos arames na abertura dos lotes, os lotes são posicionados e nivelados no equipamento chamado Blendomat da

fabricante Trützschler, uma máquina de origem alemã que é responsável pela preparação das fibras, misturando diferentes tipos de algodão garantindo a uniformização.

**Figura 4-** Abertura das plumas



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

**Figura 5-** Blendomat



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Depois passa pelas máquinas que são responsáveis pela pré- limpeza das fibras, onde é transportado pela próxima máquina de Silo Misturador que faz a função de “agitá” as plumas para realizar a limpeza das fibras.

E passa pela outra máquina onde faz a limpeza através de cilindros pontiagudos com a função de remover os resíduos, e por fim passa pela máquina DX 385 onde já é formado flocos em algodão, para ser transportados pelas tubulações para a fase seguinte.

- Sala de Cardas: Nesta fase, as máquinas de cardas recebem as plumas pelas tubulações e inicia-se a paralelização das fibras transformando em formato de Véu para formato em fitas, onde é inserido em tambores com capacidade de 5800m<sup>2</sup> em fitas.

**Figura 6 - Passador**



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Após armazenar os tambores, as fitas de algodão passam por passadores que é responsável pela unção das fitas, onde as latas ficam posicionadas 6 latas, 3 em cada lado para realizar a unificação das fitas.

- Filatório: Nesta etapa é realizada a transformação de fita de algodão em fios. O equipamento utilizado é o Autocoro 8 da fabricante Saurer Schlafhorst de origem Suíça, onde o processo é totalmente automatizado e realiza a unificação individual dos fios. É inserida a bobina nos setores para realização da fiação com as fitas que foi produzido pelo passador.

**Figura 7** - Autocoro 8 Saurer Schlafhorst



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

As fitas de fibras são submetidas a um processo de estiragem adicional no filatório, onde este processo alonga as fibras para torná-las uniformes e finas, mas uma das principais funções do filatório é aplicar torção às fibras estiradas.

**Figura 8** - Processo de fiação open-end no Autocoro



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para dar ao fio a resistência e a coesão necessárias para usos posteriores, a torção é essencial. A fita estirada e torcida pode ser transformada em um fio contínuo com o uso do filatório. Em seguida, esse fio pode ser enrolado em bobinas. Os mecanismos do filatório permitem o controle rigoroso da espessura e uniformidade do fio. O uso de sensores e sistemas de monitoramento garante que o fio produzido atenda aos padrões de qualidade exigidos.

- Vaporização: Após os fios serem enrolados em bobinas, são transferidos para uma câmara de vapor na temperatura de aproximadamente 55 graus celsius para manter a umidade e resistência aos fios.

**Figura 9** – Etapa de vaporização



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

- **Embalagem e Estoque:** Após o processo de vaporização, as bobinas de fios de algodão passam por um período de repouso até que esfriem completamente. Só então são embaladas e armazenadas, ficando prontas para a expedição.

**Figura 10** – Embalagem e estoque



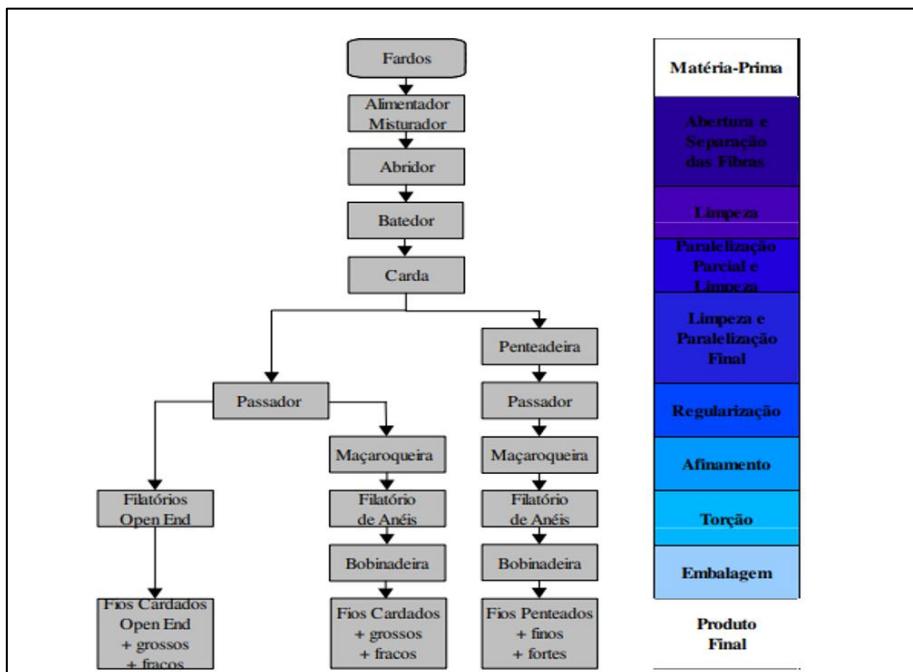
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Volumes de resíduos de algodão gerado

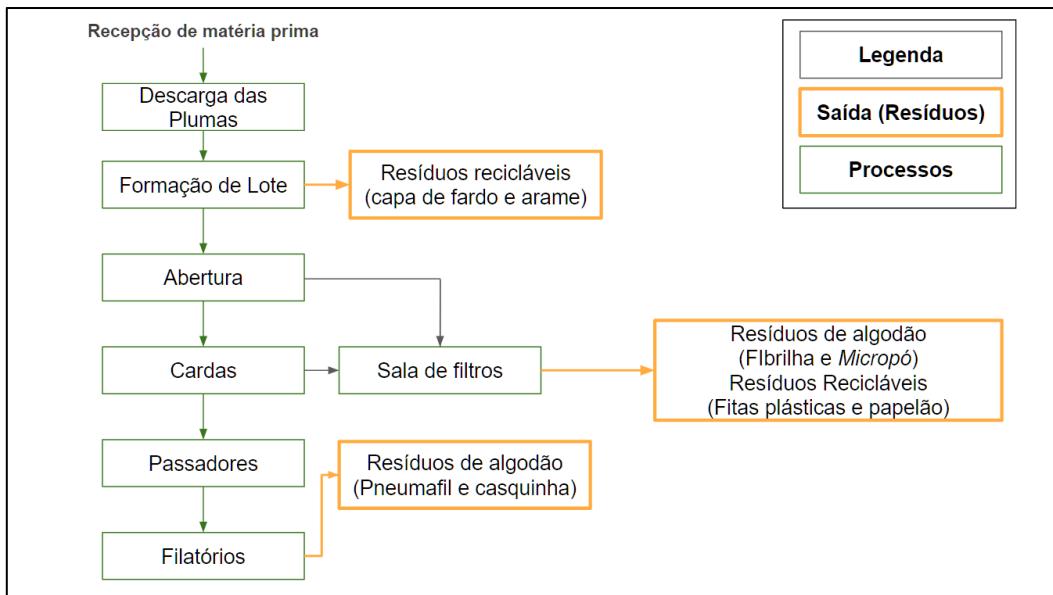
Para determinar a quantidade de resíduo gerado no processo produtivo, foi realizada a visita técnica no local. No processo produtivo foram estimados a produção de 27.000 t anuais de fios de algodão, o qual são gerados 7% (1.889 t/ano) de resíduos totais, sendo que 79% deste total (1.493 t/ano) possuem a característica de fibras curtas que são reaproveitados no segmento textil. Do restante do resíduo gerado, 18% (340 t/ano) são *Micropó* e 3% são resíduos não-aproveitáveis oriundos do processo de industrialização (59 t/ano) como lonas.

**Figura 11:** Fluxograma do Processo de Fiação



Fonte: Adaptado de Mariano (2002, p. 20).

**Figura 12:** Fluxograma - geração de resíduos para cada fase de produção



Fonte: Elaboração própria no Power Point (2024).

Na sala de filtros, na qual originam resíduos provenientes dos processos de limpeza, os resíduos são prensados na máquina para realizar a armazenagem. A primeira máquina é a prensa dos resíduos que é composta por maior parte de algodão e casquinha. Outra máquina é a fase final da limpeza, que possui formato de poeira composto por impurezas orgânicas do processo produtivo.

**Figura 13 - Prensador de Micropó**



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O processamento das fibras de algodão nas unidades de fiação I e II gerou uma quantidade significativa de *Micropó* ao longo dos meses de 2024. A produção diária de *Micropó* é realizada em três etapas, ocorrendo a cada 8 horas, totalizando uma média de 182,10 kg por dia, ou aproximadamente 22,77 kg por hora. A tabela 1 apresenta o volume de *Micropó* gerado mensalmente nas unidades de fiação:

**Tabela 1 - Geração de *Micropó* na Fiação I e II em 2024**

Mês	Fiação I (kg)	Fiação II (kg)	Total (kg)	Total Diário	Média geral
Janeiro	13.854,94	5.376,26	19.231,20	641,04	
Fevereiro	14.038,40	5.296,50	19.334,90	644,49	
Março	12.101,20	5.874,30	17.975,50	599,18	708,34
Abril	15.646,10	7.107,30	22.753,40	758,44	
Maio	16.243,20	7.955,80	24.199,00	806,63	
Junho	14.290,20	6.960,00	21.250,20	708,34	
Julho	16.232,10	7.775,10	24.007,20	800,24	

Fonte: empresa (2024).

#### 4.2 Consumos de cavaco

O principal tipo de combustível utilizado em quase todos os países para caldeiras de biomassa é a lenha. No entanto, existem desafios significativos para o uso de lenha para caldeiras de biomassa (Kakareka *et al.*, 2005). Conforme afirmado por Halimi *et al.* (2007), o teor de umidade existente na lenha tem um impacto considerável no rendimento final, pois será consumido mais calor para a evaporação da umidade e, consequentemente, menor eficiência na combustão da biomassa.

A composição de numerosas partículas e cinzas na lenha também tem sido mencionada como um problema recorrente que reduz a eficiência das caldeiras. Ademais, o valor calorífico da lenha também é significativo. Como a densidade é alta, sua tendência à queima e o poder calorífico torna-se baixo, tornando inevitáveis problemas no sistema da caldeira. (Al Afif *et al.*, 2019)

Anteriormente no silo, onde são armazenados grãos de soja e milho, eram utilizadas caldeiras tradicionais para efetuar a secagem dos grãos armazenados. E uma das biomassas consumidas são lenhas e cavacos de eucalipto. Devido à mão de obra ficar escassa na área e colocar os trabalhadores em risco por carregar lenhas e a limpeza

manual, existiam riscos para a saúde dos colaboradores. Em 2024 no Silo foram adquiridos dois queimadores, onde aceitam outros tipos de biomassas além de cavacos, para não necessitar o colaborador responsável em monitorar os equipamentos. Já a utilização da lenha no queimador foi dispensada devido ao tamanho da biomassa e ocorre o risco de entupimento nas grelhas móveis que ficam localizados na fornalha.

O queimador opera 24 horas por dia somente no período da safra, onde a safra de milho é no período de janeiro até em abril, e a safra de soja funciona entre junho e agosto para realizar a secagem de grãos. As lenhas que são utilizadas no queimador equivalem a 60kg de lenhas por sacas.

Em 2023, o preço da lenha, juntamente com o custo de operação para transformação em cavaco foi 262,32 reais a tonelada. O cavaco é produzido e são realizadas as operações no próprio pátio do silo.

**Tabela 2 - Consumo de cavaco na safra de soja em 2024**

<b>Meses</b>	<b>Quantidade (kg)</b>	<b>Total Trim.</b>	<b>Média por mês</b>
Fevereiro	400.000	722.000	
Março	230.000		240,666
Abril	92.000		

Fonte: empresa (2024).

## 4.3 ANÁLISES DE VIABILIDADE

### 4.3.1 Projeção de Cenários

Os cenários foram calculados com a base do funcionamento da safra no período de fevereiro de 2024 até abril de 2024. Utilizando a capacidade de geração da biomassa, foi calculada a relação entre as duas biomassas, o que dará uma base para estimar o volume necessário para substituir o cavaco por *Micropó*. No mês de fevereiro foram utilizados 400.000 kg de cavaco, em março foram 230.000 kg e em abril foram 92.000 kg. A soma dos três meses de consumo resultou em 722.000 kg.

Para representar a porcentagem de substituição do cavaco para o *Micropó*, foi utilizado valor do total diário do consumo de cavaco na safra de soja 2024 que equivale a 8.022,22 kg/dia. A produção diária de *Micropó* é de 708,34 kg/dia, então foram calculados quantos kg representa em termos de cavaco. Ao calcular a equação (3), pode-se entender que para 708,34 kg/dia de geração de *Micropó* equivale a 8,83% de cavaco/dia para substituição. Pois, ao utilizar toda a produção diária de *Micropó* para substituir

cavaco, representará o cenário otimista, onde calculamos a substituição máxima de aproveitamento do resíduo.

$$\frac{708,34 \text{ kg/dia}}{8.022,22 \text{ kg/dia}} \times 100 = 8,83\%$$

Para não criar um déficit na demanda do cavaco, a substituição precisa ser feita dentro do limite de produção de *Micropó*, tendo com objetivo ter a continuidade da operação sem comprometimento.

No cenário provável, foi assumido que nem toda a produção de *Micropó* será aproveitada devido a perdas operacionais, variações na produção, ou limitações técnicas. Diante deste cenário, foi assumido que apenas 80% da produção diária de *Micropó* será efetivamente usada, a partir da seguinte expressão (4):

$$708,34 \times 0,8 = 566,67 \text{ kg/dia}$$

$$\frac{566,67 \text{ kg/dia}}{8.022,22 \text{ kg/dia}} \times 100 = 7,06\%$$

No cenário pessimista, foi considerado que apenas 50% da produção de *Micropó* aproveitada devido a problemas técnicos e operacionais que necessite de manutenção ou parada obrigatória de emergência. Assim, temos a equação a seguir:

$$708,34 \times 0,5 = 354,17 \text{ kg/dia}$$

$$\frac{354,17 \text{ kg/dia}}{8.022,22 \text{ kg/dia}} \times 100 = 4,41\%$$

#### 4.3.2 Fluxo de caixa

Neste estudo de fluxo de caixa, foram utilizados os três cenários projetados através da capacidade de geração e consumo das biomassas. Para avaliar a viabilidade econômica da peletizadora, é essencial entender o valor atual dos fluxos de caixa produzidos pelo investimento. O valor da máquina peletizadora total é de 74.400 reais.

**Figura 14 – Máquina Peletizadora**



Fonte: empresa (2024).

A multiplicação da quantidade de *Micropó* que substitui o cavaco pelo custo do cavaco por tonelada (R\$ 279,68) provém em uma economia gerada na safra de Soja e este valor será o fluxo de caixa para este investimento. A utilização do equipamento é durante a safra que é de 90 dias.

- Cenário Otimista

$$Economia\ diária = \frac{708,34}{1000} \times 279,68 = R\$ 198,13/dia$$

$$Economia\ por\ safra = 198,13 \times 90 = R\$ 17.831,97/ano$$

- Cenário Provável

$$Economia\ diária = \frac{566,67}{1000} \times 279,68 = R\$ 158,39/dia$$

$$Economia\ por\ safra = 158,39 \times 90 = R\$ 14.255,10/ano$$

- Cenário Pessimista

$$Economia\ diária = \frac{354,17}{1000} \times 279,68 = R\$ 99,10/dia$$

$$Economia\ por\ safra = 99,10 \times 90 = R\$ 8.919,01/ano$$

No cenário otimista, conforme a tabela 3, o fluxo de caixa mostra uma taxa de substituição diária elevada de 8,83%. Com isso, em uma economia significativa durante o período da safra de soja, gera no valor de R\$ 17.831,97 em economia ao longo dos três meses de movimentações.

**Tabela 3** – Fluxo de caixa (Cenário otimista)

<b>Ano</b>	<b>Fluxo de caixa final</b>	<b>Fluxo de caixa acumulado</b>
<b>0</b>	-R\$ 74.400,00	-R\$ 74.400,00
<b>1</b>	R\$ 17.831,97	-R\$ 56.568,03
<b>2</b>	R\$ 17.831,97	-R\$ 38.736,06
<b>3</b>	R\$ 17.831,97	-R\$ 20.904,09
<b>4</b>	R\$ 17.831,97	-R\$ 3.072,12
<b>5</b>	R\$ 17.831,97	R\$ 14.759,85
<b>6</b>	R\$ 17.831,97	R\$ 32.591,82
<b>7</b>	R\$ 17.831,97	R\$ 50.423,79
<b>8</b>	R\$ 17.831,97	R\$ 68.255,76
<b>9</b>	R\$ 17.831,97	R\$ 86.087,73
<b>10</b>	R\$ 17.831,97	R\$ 103.919,70

Fonte: autoria própria (2025).

Este cenário é positivo pois o fluxo de caixa positivo e contínuo possibilita uma entrada extra de capital a cada safra que acelera o retorno sobre o investimento e a viabilidade financeira do projeto. Com isso, a empresa se encontra em uma posição favorável para investir em melhorias, criar uma reserva financeira e até considerar novas oportunidades de expansão. A rápida recuperação do investimento possibilita à empresa uma segurança operacional que diminui o impacto de flutuações de mercado.

O cenário provável, por sua vez, a taxa de substituição é de 7,06% de *Micropó*, mostra-se na tabela 4 em uma economia anual um pouco mais moderada, mas ainda factível, totalizando no valor de R\$ 14.255,10 ao longo da safra.

**Tabela 4** – Fluxo de caixa (Cenário Provável)

<b>Ano</b>	<b>Fluxo de caixa final</b>	<b>Fluxo de caixa acumulado</b>
<b>0</b>	-R\$ 74.400,00	-R\$ 74.400,00
<b>1</b>	R\$ 14.255,10	-R\$ 60.144,90
<b>2</b>	R\$ 14.255,10	-R\$ 45.889,80
<b>3</b>	R\$ 14.255,10	-R\$ 31.634,70
<b>4</b>	R\$ 14.255,10	-R\$ 17.379,60

<b>5</b>	R\$ 14.255,10	-R\$ 3.124,50
<b>6</b>	R\$ 14.255,10	R\$ 11.130,60
<b>7</b>	R\$ 14.255,10	R\$ 25.385,70
<b>8</b>	R\$ 14.255,10	R\$ 39.640,80
<b>9</b>	R\$ 14.255,10	R\$ 53.895,90
<b>10</b>	R\$ 14.255,10	R\$ 68.151,00

Fonte: autoria própria (2025).

Uma entrada de recursos que permanece positiva, mas requer uma administração financeira com mais cautela para aprimorar a eficiência e evitar gastos desnecessários, apesar do fluxo de caixa ser favorável, é necessário avaliar o impacto dessa economia de maneira estratégica ajustando o plano de manutenção.

Com uma taxa de substituição de 4,41%, a economia se mostra bastante reduzida, resultou em R\$ 8.919,01 ao longo dos três meses de colheita.

**Tabela 5** – Fluxo de caixa (Cenário Pessimista)

<b>Ano</b>	<b>Fluxo de caixa final</b>	<b>Fluxo de caixa acumulado</b>
<b>0</b>	-R\$ 74.400,00	-R\$ 74.400,00
<b>1</b>	R\$ 8.919,01	-R\$ 65.480,99
<b>2</b>	R\$ 8.919,01	-R\$ 56.561,98
<b>3</b>	R\$ 8.919,01	-R\$ 47.642,97
<b>4</b>	R\$ 8.919,01	-R\$ 38.723,96
<b>5</b>	R\$ 8.919,01	-R\$ 29.804,95
<b>6</b>	R\$ 8.919,01	-R\$ 20.885,94
<b>7</b>	R\$ 8.919,01	-R\$ 11.966,93
<b>8</b>	R\$ 8.919,01	-R\$ 3.047,92
<b>9</b>	R\$ 8.919,01	R\$ 5.871,09
<b>10</b>	R\$ 8.919,01	R\$ 14.790,10

Fonte: autoria própria (2025).

Na tabela 5 fica evidente que o resultado é limitado. A longo prazo, o fluxo de caixa sendo insuficiente para garantir o retorno do investimento em um intervalo considerado razoável. Com esse fluxo de caixa mais restrito, pode haver dificuldades para cobrir os custos operacionais, ocorrendo riscos para dar a continuidade do empreendimento. Seriam necessárias ações de mitigação, como renegociar com fornecedores de equipamentos ou de matéria-prima, buscar fontes adicionais de receita e

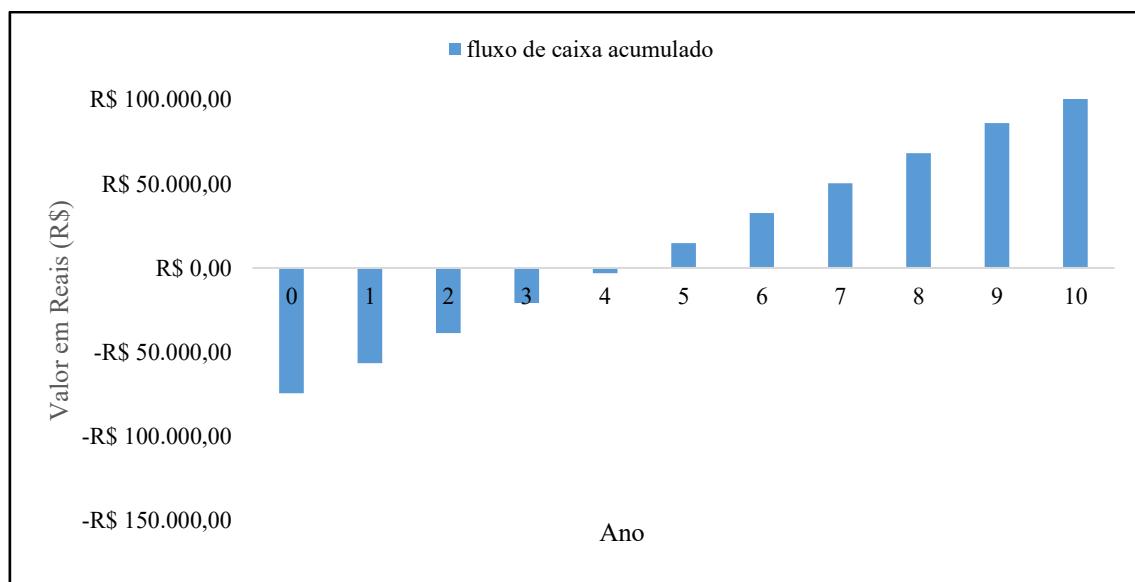
cortar despesas sempre que possível, pois o indicador de viabilidade do projeto pode se tornar inviável.

#### 4.3.3 Payback

O período de payback é o tempo necessário para que o fluxo de caixa gerado pague o valor investido. Antes de prosseguir com as análises, é fundamental explicar como foi estabelecida a TMA. Para calcular, foi necessário levar em consideração a taxa Selic, como o investimento começou no início de maio de 2024, optou-se por utilizar uma taxa correspondente ao período para avaliar o desempenho do Payback, VPL e TIR. De acordo com informações do Banco Central do Brasil (2024), foi adotada a taxa de juros do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), que, nesse caso, foi de 10,50% ao ano.

Ao analisar a figura 15, com o cenário otimista, o Payback é de 4 anos. Isso significa que o capital investido é recuperado rapidamente, considerando que os R\$ 74.400,00 são recuperados em pouco mais de quatro anos.

**Figura 15 – Payback (Cenário otimista)**



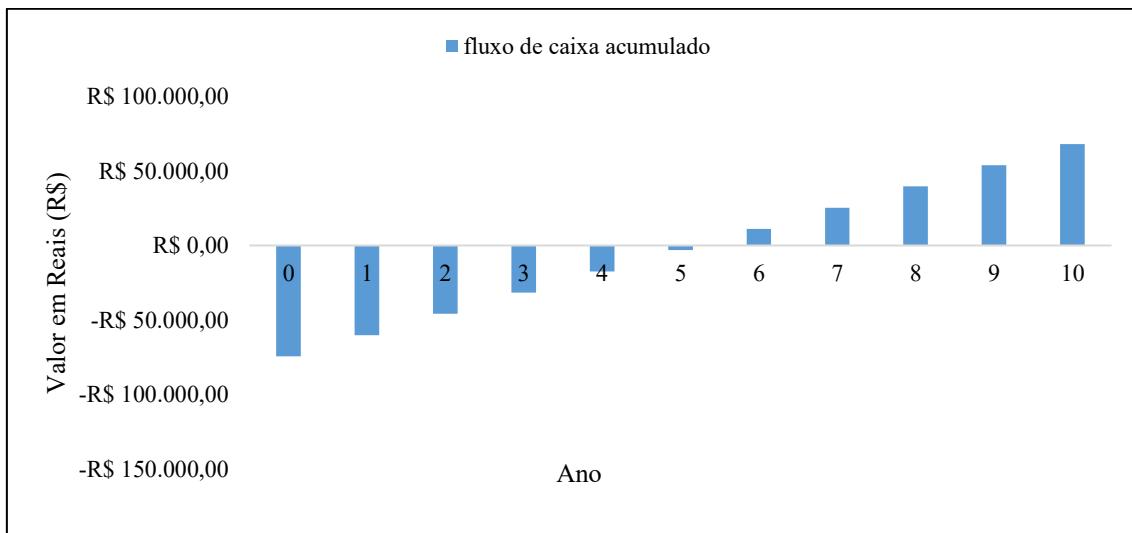
Fonte: autoria própria (2025).

Vale ressaltar que esse período é curto, especialmente dada o tipo de projeto e o mercado industrial. Portanto, o investimento com o tempo Payback baixo é bastante relevante. Com o tempo curto do Payback, o investimento apresenta menor risco financeiro e probabilidade de obter lucro adicional ao longo do período do investimento.

Como o Payback é de 4,17 anos, uma possibilidade significativa é que a empresa recupere o investimento num período muito mais curto, que pode ser de até dez anos, que é a vida útil estimada do projeto. Esse cenário, portanto, pode justificar a decisão de seguir adiante com o projeto e estaria mais bem preparada para reinvestir em melhorias, expansões ou novos projetos em pouco tempo.

Na figura 16, o payback é de 5 anos. Percebe-se um período de recuperação do investimento um pouco mais extenso, mas ainda dentro de um intervalo aceitável. Esse indicador está apontando que o projeto permanece viável, embora com um retorno moderado.

**Figura 16 – Payback (Cenário provável)**



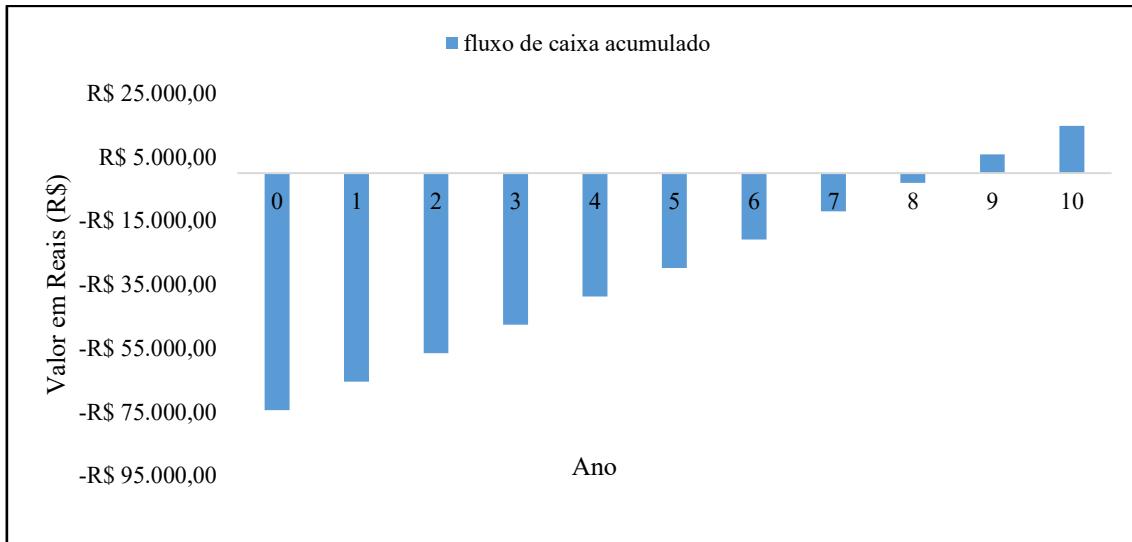
Fonte: autoria própria (2025).

Um prazo em torno de cinco anos sugere que a empresa precisará esperar um pouco mais para reaver o capital aplicado, demanda uma expectativa de estabilidade nas operações e controle sobre os custos de produção e reposição.

Sob uma perspectiva estratégica, esse tempo de retorno ainda torna o investimento viável, porém exige um acompanhamento mais preciso para assegurar que o projeto cumpra as previsões de fluxo de caixa, especialmente em um cenário intermediário. Se os fluxos de caixa anuais se mantiverem próximos ao esperado, o investimento proporcionará retorno ao longo da vida útil do projeto.

No cenário pessimista, na figura 17 o payback é de 8 anos, ou seja, um retorno financeiro significativamente mais lento, representando a vulnerabilidade.

**Figura 17 – Payback (Cenário pessimista)**



Fonte: autoria própria (2024).

Como o tempo de recuperação excede os oito anos, a empresa estaria passando por riscos financeiros por um período extenso, o investimento inicial levaria quase todo o tempo estimado de vida útil do projeto para ser recuperado e elevando a vulnerabilidade a variações nos custos e na eficiência operacional.

Do ponto de vista analítico, esse resultado acende sinais de alerta, uma vez que o retorno em um intervalo superior a oito anos pode afetar a viabilidade financeira do projeto, especialmente se os custos operacionais aumentarem ou se a substituição de cavaco não for tão eficiente quanto o previsto. Esse panorama demanda que a organização analise o plano em relação a opções de minimização de riscos, avaliar táticas de aprimoramento de processos para buscar diminuir o prazo de retorno, ou até mesmo reconsiderar a viabilidade do aporte em situações adversas.

#### 4.3.4 VPL

Em seguida calculamos o valor presente líquido por meio da equação (2). No cenário otimista, o VPL obtido de R\$ 32.855,25 aponta para um retorno positivo, sendo o cenário mais atrativo financeiramente dentre os três analisados. Esse VPL positivo proporciona o fato de que o valor presente das economias geradas pelo uso do *Micropó* supera o investimento inicial das peletizadoras dos custos de adaptação.

**Tabela 6 – Valor Presente Líquido**

Cenário	VPL
<b>VPL Otimista</b>	R\$ 32.855,25
<b>VPL Provável</b>	R\$ 11.341,19
<b>VPL Péssimo</b>	<b>-R\$ 20.754,18</b>

Fonte: autoria própria (2025).

O resultado positivo ressalta que, com uma substituição de 8,83% da biomassa, o projeto recupera o investimento e gera um excedente significativo o aumento da viabilidade e atratividade da substituição neste cenário. Desse modo, a oportunidade de investimento com o VPL positivo espera que as economias futuras geradas pela adoção do *Micropó* como biomassa alternativa sejam capazes de agregar valor ao investimento.

Observa-se que o cenário provável gera um VPL positivo, o qual comprova que o investimento é viável. Além disso, esse valor com uma substituição estimada de 7,06%, o projeto ainda gera um retorno suficiente para cobrir o investimento inicial. O valor é bastante relevante, pois o projeto de substituição de biomassa convencional pelo *Micropó* permanece economicamente viável sob uma análise realista. O menor VPL, em comparação com o cenário otimista, sugere uma menor capacidade de absorção de variações financeiras e operacionais, mas ainda representa um cenário no qual o investimento é recuperável e a geração de valor permanece positiva. Embora o cenário provável não traga a mesma proporção de retorno do cenário otimista, ele ainda é financeiramente viável. Com o VPL no Cenário Provável, a empresa pode contar com a recuperação do capital investido em um prazo aceitável e ainda que sem margens excessivas de lucro. A perspectiva é de uma moderação no retorno, o projeto possui vantagens, porém com uma margem de segurança reduzida.

Por outro lado, o Cenário Pessimista apresentou um VPL negativo de R\$ - 20.754,18, mostra-se que é economicamente inviável, pois o valor atual das economias geradas é insuficiente para recuperar o investimento inicial. Esse VPL negativo ocorre devido ao baixo nível de substituição de biomassa (4,41%) que gera economias inadequadas para cobrir o capital investido e os custos de operação.

#### 4.3.5 TIR

Conforme mostrado na tabela 17, o TIR de cada cenário foi calculado por meio da equação (1). os três cenários de VPL em função da TIR mostram as margens de retornos e os riscos associados em cada condição, o retorno financeiro em diferentes taxas internas de retorno.

**Tabela 7 – VPL x TIR**

<b>Cenário</b>	<b>VPL</b>	<b>TIR</b>
<b>Otimista</b>	R\$ 32.855,25	20,14%
<b>Provável</b>	R\$ 11.341,19	13,98%
<b>Pessimista</b>	<b>-R\$ 20.754,18</b>	<b>3,44%</b>

Fonte: autoria própria (2025).

Na projeção otimista, apresenta uma taxa de 20 %, no qual mostra que a TIR é maior que a taxa mínima de atratividade (TMA) de 10,5% (taxa SELIC considerada). O investimento consegue um retorno financeiro atrativo e para tomada de decisão para o investimento se torna mais confiável. Com essa taxa de retorno, o VPL se mantém consideravelmente elevado e mantém lucratividade do projeto mesmo frente a oscilações nas condições de mercado.

Na projeção provável, observa-se que a TIR está de 14%. Como a taxa interna de retorno não ultrapassou a TMA, que o investimento ainda é viável mesmo com a redução da substituição do *Micropó* em comparação com cenário otimista. Vale ressaltar que, por mais que seja viável, ainda corre o risco de margem de segurança ser restrita e com a variação das taxas pode se tornar inviável e mais demorado para compensar o investimento.

Já no cenário pessimista, apresentou uma TIR de 3%, inferior à taxa mínima de atratividade TMA. Ao analisar o gráfico, mostra que o TIR está mais baixo que TMA, o valor do VPL também consta negativo, então o projeto não consegue alcançar o retorno esperado para cobrir o investimento.

## **5. CONCLUSÃO**

A análise do fluxo de caixa para cada cenário traz variados perfis de influência sobre as decisões gerenciais e a gestão de riscos do projeto. Este estudo foi utilizado os indicadores econômicos principais para determinar a viabilidade do investimento: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o payback simples.

O cenário otimista apresentou uma projeção financeira mais pontual, com a substituição de 8,83% do cavaco por *Micropó* resultou em um VPL de R\$ 32.855,25, uma TIR de 20% e um payback de 4,17 anos. Estes resultados mostram que a economia proporcionada pela utilização total diário gerado do *Micropó* é significativa e permite a recuperação do investimento em um prazo relativamente curto. Com o fluxo de caixa

positivo, a empresa estaria apta a reinvestir os lucros em novas áreas, seja na compra de equipamentos mais eficientes para o processamento da biomassa ou na ampliação de práticas sustentáveis.

Já o cenário provável resultou-se em fluxo favorável, embora mais contido, exigindo estudos de ajustes constantes e monitoramento das operações. A taxa de substituição de 7,06% apresentou um VPL de R\$ 11.341,19, uma TIR de 14% e um payback de 5,22 anos. Apesar de ser mais conservador, esse cenário continua sendo financeiramente viável, mesmo em condições normais de mercado, o projeto permanece favorável. A TIR, que supera a taxa SELIC de 10,5%, o retorno justifica o custo do capital, e o fluxo de caixa gerado pode se manter estável. Diante desta perspectiva, a empresa também teria uma significativa redução de despesas, apesar de ser menos intensa do que no cenário otimista, e conseguiria evitar gastos com cavaco em parte da safra, é possível minimizar o impacto financeiro.

Na hipótese mais desfavorável, com a redução da taxa de substituição para 4,41%, constatamos que o VPL é de -R\$ 20.754,18, a TIR é de 3% e o período de payback é de 8,34 anos, o projeto não seria economicamente viável nesse cenário. A diminuição na proporção de troca da biomassa juntamente com uma falta de fluxo de caixa, foi verificado que a economia final não seria suficiente para pagar pelo investimento inicial em peletizadoras. O cenário é menos propício, em situações de baixa substituição e produção reduzida de *Micropó*, o retorno esperado pode não ser alcançado, sendo necessário a modificação da taxa de substituição, renegociar os preços do cavaco e procurar outras fontes de biomassa.

A análise das três situações aponta para a viabilidade da adoção do *Micropó* como alternativa para a manutenção da máquina de peletização, considerando os riscos inerentes ao mercado, tais como a volatilidade dos preços das matérias-primas e a depreciação dos equipamentos em cenários adversos. A utilização da biomassa residual da fiação confirma ser uma opção sustentável que a empresa agrega valor aos resíduos, diversificar sua matriz energética e reduzir seu impacto ambiental, transformando um passivo ambiental em um ativo energético. Diante do exposto, a implementação do plano estratégico em questão mostra-se conforme os resultados, especialmente em cenários otimistas e prováveis, nos quais os benefícios econômicos e ambientais superam os custos envolvidos.

## REFERÊNCIAS

ABREU FILHO, J. C.; SOUZA, C. P.; GONÇALVES, D. A.; CURY, M. V. Q. Finanças Corporativas. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

AGUIAR, Caroline Mariana de et al. Hidrólise enzimática de resíduos lignocelulósicos utilizando celulases produzidas pelo fungo *Aspergillus niger*. 2010.

AL AFIF, R.; PFEIFER, C.; PROLL, T. Bioenergy Recovery from Cotton Stalk. In: Cotton Research. Intechopen, 2019. <https://doi.org/10.5772/intechopen.88005>

ANEEL -AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Biomassa, 2008. Disponível:<[http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/atlas3ed\\_.pdf/ad6dfab8-d770-47fc-9472-2f80ee18c97f](http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/atlas3ed_.pdf/ad6dfab8-d770-47fc-9472-2f80ee18c97f)> Acesso em: 17 out. 2024

BORGES, F.; SELLIN, N.; MEDEIROS, S. H. W. Caracterização e avaliação de lodos de efluentes sanitário e industrial como biomassa na geração de energia. Ciência & Engenharia (Science & Engineering Journal), v. 17, p. 27-32, 2008.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. As decisões de investimentos. 2 ed. Atlas, São Paulo, 2007, 218 p.

COPASUL – Cooperativa Agrícola Sul-Mato-Grossense. Nossa História. Disponível em: <<https://www.copasul.coop.br/nossaHistoria>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

DEMIRBAS, A. Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. Energy Conversion and Management, 42(11), 1357-1378, 2001.

GRAÇA, C. H.; CALDAS, R. M. F. Estimativa da quantidade de resíduos (casca e polpa) produzidos durante o processo de beneficiamento do café no município de Varginha – MG. Revista Geonorte, 8:104-117, 2017.

GORINI, A. P. F.; SIQUEIRA, S.H.G. de O segmento de fiação no Brasil. 1997. Disponível em: <<http://www.bnbes.gov.br/conhecimento/bnset/fiacao.pdf>>. Acesso em: 15/08/2024

Halimi, T.M.; Hassen, B.M.; Azzouz, B.; Sakli, F. Effect of cotton waste and spinning parameters on rotor yarn quality. *The Journal of The Textile Institute*, 98(5): 437-442, 2007. <https://doi.org/10.1080/00405000701547649>

Johansson, D. J., *et al.* Biomass for energy in the European Union - a review of bioenergy resource assessments. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 2020.

Li, Y., Zhang, Y., & Solangi, Y. A. (2023). Assessing ESG factors and policies of green finance investment decisions for sustainable development in China using the fuzzy AHP and fuzzy DEMATEL. *Sustainability*, 15(21), 15214.

Kakareka, S.V.; Kukharchyk, T.I.; Khomich, V.S. Study of PAH emission from the solid fuels combustion in residential furnaces. *Environmental Pollution*, 133(2): 383-387, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.01.009>

Kalt, G.; Kranzl, L. Assessing the economic efficiency of bioenergy technologies in climate mitigation and fossil fuel replacement in Austria using a techno-economic approach. *Applied Energy*, 88(11), 3665-3684, 2011.

MARIANO, 2002, citado por PEREIRA, G.S. Curso têxtil em malharia e confecção. [https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/7/7d/Apostila\\_tecnologia.pdf](https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/7/7d/Apostila_tecnologia.pdf). Acesso em 21/08/2024.

McKendry, P. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, 83(1), 37-46, 2002.

Punchihewa, S.S.; Chandrakumar, C.; Kulatunga, A.K. Adaptation of biomass based thermal energy generation of Sri Lankan manufacturing sector: Paragon for policy development. *Procedia CIRP*, 40: 56-61, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.054>

SAMANEZ, Carlos Patricio. Engenharia Econômica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SIKKA, M.; THORNTON, T. F. Sustainable wood-biomass energy systems: climate and development solutions for forest communities. The University of Oxford, dez. 2012.

Silva, F. C. N. S. e. Sustentabilidade empresarial e ESG: uma distinção imperativa. Revista De Gestão E Secretariado, 14(1), 247–258, 2023.  
<https://doi.org/10.7769/gesec.v14i1.1510>

SOUZA, Acilon Batista de. Projetos de investimentos de capital: elaboração, análise, tomada de decisão. São Paulo: Atlas, 2003, 216p.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. Decisões Financeiras e Análise de Investimentos. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

Vieira, A. C. Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas para geração de energia. Cascavel, PR: UNIOESTE, 2012.

VIEZZER, Marlize Reffatti Zinelli *et al.* Uso de Resíduo Madeireiro Amazônico na Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento no Município de Alta Floresta–MT. ID on line. Revista de Psicologia, v. 15, n. 58, p. 100-121, 2021.