

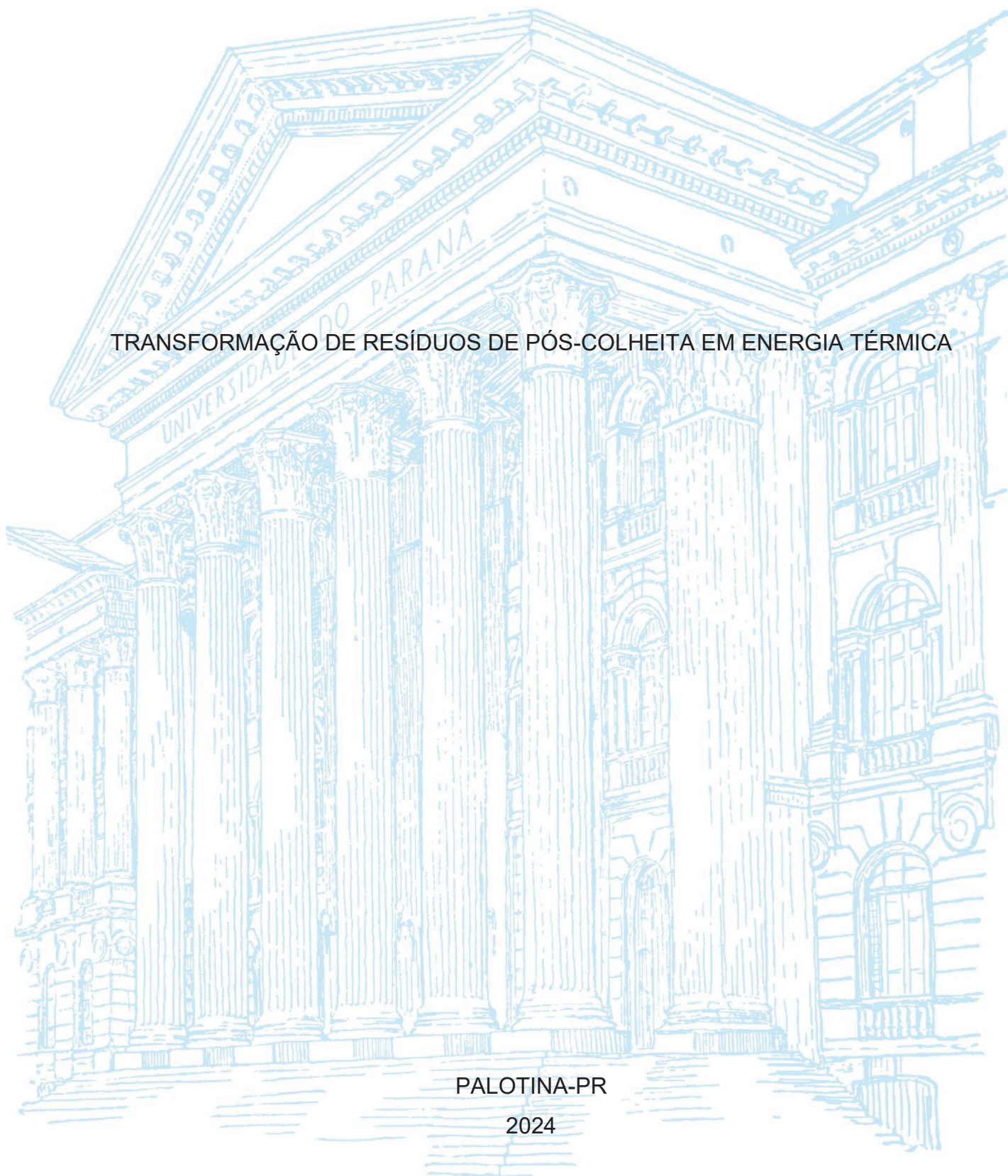
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JEAN CARLOS DE LIMA

TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS DE PÓS-COLHEITA EM ENERGIA TÉRMICA

PALOTINA-PR

2024



JEAN CARLOS DE LIMA

TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS DE PÓS-COLHEITA EM ENERGIA TÉRMICA

Artigo apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de MBA em Gestão Estratégica do Agronegócio, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Guy de Andrade

PALOTINA-PR

2024

RESUMO

O projeto tem por objetivo a transformação de resíduos agrícolas (soja e milho) das unidades de beneficiamento em energia térmica, por meio da utilização de briquetes, para a queima em fornalhas e caldeiras da Cooperativa. A adoção de briquetes como fonte de energia traz benefícios ambientais, sociais e econômicos. Atualmente encontramos desafios em relação a destinação correta dos resíduos agrícolas, licenciamento e disponibilidade de compradores. A proposta prevê a instalação de uma planta central em Palotina, Paraná, para processamento e transformação desses materiais com capacidade de 6,7 t/h. Com base na análise o projeto apresenta de viabilidade econômica. Recomendamos a utilização da biomassa de eucalipto alinhada à adoção de briquetes, sendo uma abordagem viável para a geração de energia térmica.

Palavras-chave: Briquetes, Energia sustentável, Viabilidade econômica

ABSTRACT

The project aims to transform agricultural waste (such as soybeans and corn) from processing units into thermal energy using briquettes for combustion in furnaces and boilers at the Cooperative. The adoption of briquettes as an energy source brings environmental, social, and economic benefits. Currently, challenges include proper disposal of agricultural waste, licensing, and availability of buyers. The proposal involves setting up a central plant in Palotina, Paraná, for processing and transforming these materials, with a capacity of 6.7 t/h. Based on the economic viability analysis, we recommend using eucalyptus biomass in conjunction with briquettes, as a viable approach for thermal energy generation.

Keywords: Briquettes, Sustainable energy, Economic viability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
2.1 RESÍDUOS GERADOS NO BENEFICIAMENTO DE GRÃOS.....	7
2.2 A OPORTUNIDADE DENTRO DO PROBLEMA	7
2.3 O PROBLEMA DENTRO DA OPORTUNIDADE	7
2.4 ASPECTOS IMPORTANTES	8
3 DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	9
3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA COOPERATIVA	9
3.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	100
4 PROPOSTA TÉCNICA PARA A SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	11
4.1 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA:	111
4.2 PLANO DE IMPLANTAÇÃO:	111
4.3 RECURSOS:	144
4.4 VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA	255
4.5 RESULTADOS ESPERADOS	266
4.6 RISCOS OU PROBLEMAS ESPERADOS E MEDIDAS PREVENTIVO- CORRETIVAS	288
5 CONCLUSÃO.....	29
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	300

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com a maior produção agrícola do mundo. E apesar do agronegócio já responder por quase um terço do PIB brasileiro ainda há muito espaço para a expansão. Estima-se que apenas 8 a 9% do território nacional é destinado a agricultura e pecuária. Quando se trata do cultivo de grãos, segundo a Conab, no ano safra 2023/24 a área destinada a produção de grãos chegou a 77 milhões de hectares. Mesmo assim esses números crescem a cada ano. E junto com essa produção exponencial, crescem os problemas. Se por um lado a produção em escala traz benefícios, por outros os problemas também alcançam números de grandeza assustadora.

Um dos desafios dessa imensa cadeia de produção é o gerenciamento de resíduos. Uma vez que o beneficiamento desses grãos que vem da lavoura com impurezas como terra, cascas, folhas, vagens, pedaços de sabugo dentre outras impurezas ou mesmo partículas do próprio grão, geram imensos volumes de resíduos. Dependendo da região, estes resíduos são destinados a alimentação animal, in natura ou recebendo um processamento mínimo com secagem, moagem e peneiramento. Porém em outras não há a mesma demanda. E estes resíduos se acumulam nos pátios dos silos ou ainda são descartados de forma incorreta podendo ocasionar contaminação do meio ambiente. Isso cria a necessidade de encontrar novas formas de gerenciar esses resíduos, e transformar esses materiais em briquetes para queima em fornalhas é uma alternativa promissora.

O processo de transformação desses resíduos em briquetes começa com a coleta e o processamento dos materiais. Primeiro, os resíduos são secos e triturados. Em seguida, são compactados em briquetes, que podem ser usados como combustível em fornalhas e caldeiras. Usar briquetes feitos de resíduos de soja e milho traz várias vantagens. Primeiro, reduz a quantidade de resíduos sólidos que precisam ser descartados, aliviando a pressão sobre os sistemas de gestão de resíduos e diminuindo a poluição. Além disso, os briquetes de biomassa podem substituir combustíveis não renováveis, como carvão e óleo, ajudando a promover uma economia mais sustentável e com menos emissão de carbono.

Nos últimos anos, o mercado de biomassa e energias renováveis no Brasil tem crescido, impulsionado pela demanda por soluções sustentáveis e pela valorização

da responsabilidade ambiental. A produção de briquetes de biomassa a partir de resíduos de soja e milho está alinhada com essa tendência e pode oferecer uma alternativa econômica e eficiente para a geração de energia em fornalhas industriais.

Além dos benefícios ambientais e econômicos, transformar resíduos em briquetes pode agregar valor aos produtos derivados do beneficiamento de soja e milho. Isso pode criar oportunidades de mercado e melhorar a eficiência dos processos industriais. Para garantir a aceitação dos briquetes no mercado e sua eficiência como combustível, é importante analisar suas propriedades físicas e químicas, bem como a eficiência de sua queima. Entretanto, é crucial avaliar a viabilidade econômica e técnica desse processo. Isso inclui analisar os custos de coleta, processamento e produção dos briquetes, além do potencial de mercado para esse combustível renovável. Também é importante considerar a sustentabilidade a longo prazo, como a disponibilidade contínua de resíduos e o impacto social e ambiental da produção de briquetes.

Este estudo pretende explorar a viabilidade de transformar resíduos do beneficiamento de soja e milho, realizado em unidades da Cooperativa C. Vale no Oeste do Paraná, em briquetes para queima em fornalhas da própria Cooperativa. O objetivo é fornecer uma visão abrangente sobre a produção de briquetes e contribuir para soluções inovadoras e sustentáveis na gestão de resíduos e na geração de energia renovável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RESÍDUOS GERADOS NO BENEFICIAMENTO DE GRÃOS

O Brasil é um grande produtor de commodities agrícolas e, como em qualquer processo de beneficiamento e padronização, ocorre a geração de resíduos. A cada ano, uma quantidade significativa de resíduos é gerada, cuja destinação é bastante variada. Na maioria das vezes, esses resíduos são utilizados como adubo ou alimento para animais de produção. No entanto, uma parte considerável ainda é descartada de maneira inadequada, o que pode resultar em passivos ambientais (ALMEIDA, 2018).

O termo "resíduo" refere-se a qualquer material rejeitado durante um processo produtivo de transformação ou beneficiamento. Com o advento da reciclagem e da produção limpa, não é mais aceitável que esses resíduos sejam simplesmente descartados como lixo. O ideal é aproveitar o que for possível e descartar de maneira adequada apenas o que realmente não puder ser reaproveitado (VALE; GENTIL, 2008).

2.2 A OPORTUNIDADE DENTRO DO PROBLEMA

A geração de energia limpa e renovável é uma prioridade para as principais economias globais. Segundo Goldemberg (2000), a energia é essencial para o desenvolvimento humano, e o consumo global de energia tem aumentado continuamente, com a previsão de triplicar nos próximos 30 anos. Neste cenário, é fundamental buscar fontes renováveis e limpas de produção de energia.

Tanto os resíduos agroindustriais quanto os agrícolas podem servir como fontes de energia renovável limpa e segura. Esses resíduos contribuem não apenas para a garantia da oferta energética, mas também para a preservação ambiental (ROSA et al., 2011).

2.3 O PROBLEMA DENTRO DA OPORTUNIDADE

Embora haja uma grande geração de resíduos durante o beneficiamento e a padronização de grãos, não é viável simplesmente lançá-los em fornalhas ou queimadores para gerar energia térmica instantânea (SOUZA; SILVA; PEREIRA, 2015). Segundo Couto et al. (2004), a baixa densidade dos resíduos, frequentemente

combinada com alta umidade, torna o aproveitamento direto inviável. Isso leva à necessidade de buscar alternativas que melhorem o aproveitamento do potencial energético da biomassa, reduzindo o volume para transporte e armazenamento.

A briquetagem é uma alternativa promissora para otimizar o uso dos resíduos. Esse processo envolve a secagem, trituração e compactação das partículas sob alta pressão, o que eleva a temperatura e provoca a plastificação da lignina, atuando como aglomerante das partículas. Além da lignina, proteínas, amidos, gorduras e carboidratos funcionam como adesivos naturais (QUIRINO, 1991).

Após a transformação em briquetes, os resíduos adquirem maior densidade, aumentando o poder calorífico e facilitando o transporte, armazenamento e uso em caldeiras e fornalhas. No entanto, é necessário avaliar cuidadosamente a viabilidade econômica da transformação de resíduos em briquetes. Segundo Filippetto (2008), uma das etapas fundamentais nessa análise é a avaliação dos custos e dos retornos esperados do investimento. Deve-se considerar o preço do combustível que o briquete substituirá e o custo da própria produção, além da sazonalidade da geração de resíduos, que ocorre apenas durante a safra.

2.4 ASPECTOS IMPORTANTES

Além da viabilidade econômica, é preciso considerar outros aspectos relevantes. De acordo com Albuquerque (2010), o uso de biomassa a partir de resíduos não apenas resolve um problema local ao transformar lixo em combustível, mas também se insere no contexto global da busca por recursos sustentáveis, energia limpa e renovável, créditos de carbono e a imagem da empresa perante um mercado consumidor cada vez mais exigente em relação à responsabilidade social e ambiental.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade da implementação de fábricas para a transformação de resíduos de soja e milho em briquetes, destinados ao uso nas fornalhas dos secadores de grãos nos próprios silos.

3 DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA COOPERATIVA

A falta de locais para armazenar a produção, as dificuldades para o escoamento da safra e a ausência de crédito e assistência técnica levaram um grupo de 24 agricultores a fundar, em 7 de novembro de 1963, a Cooperativa Agrícola Mista de Palotina Ltda (Campal). Em 1969 aconteceu o início efetivo das atividades da cooperativa com o recebimento de trigo em armazém de um moinho de Palotina. Em 1970 teve início a construção do primeiro armazém da cooperativa, que ficou pronto no início do ano seguinte.

A C.Vale é uma cooperativa agroindustrial com atuação no Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Paraguai. Possui 189 unidades de negócios, mais de 27 mil associados e 13.500 mil funcionários. Destaca-se na produção de soja, milho, trigo, mandioca, leite, frango, peixe e suínos, e atua na prestação de serviços, com mais de 429 profissionais que dão assistência agrônômica, veterinária, comercial e operacional aos associados. Para manter os cooperados atualizados tecnologicamente, a C.Vale desenvolve cursos, palestras, treinamentos e dias de campo.

No segmento industrial, a C.Vale produz amido modificado de mandioca e rações. Neste mesmo segmento, a cooperativa mantém um complexo avícola com capacidade de abate de 615 mil frangos/dia. É o primeiro sistema de integração avícola brasileiro, em escala comercial, a utilizar processos automatizados para o controle de ambiente. No ano de 2023 foi inaugurada a esmagadora de Soja, com capacidade diária 60.000 sacas/dia de esmagamento, transformando em farelo e óleo degomado.

Desempenho da C.Vale em 2023

- Produção total recebida: 6,1 milhões de toneladas
- Número de associados: 27,333
- Número de funcionários: 13.886

- Faturamento: R\$ 24,421 bilhões
- Impostos e contribuições: R\$ 642 milhões

C.Vale no Brasil, está entre as duas maiores cooperativas singulares do Brasil.

3.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

Com o crescimento da produção brasileira de grãos aliada a maior geração de resíduos no processo de beneficiamento de grãos, é necessária buscar alternativas sustentáveis e econômicas para a destinação.

Os resíduos gerados principalmente da cultura da soja em função do ciclo indeterminado, vem demonstrando grandes desuniformidades das plantas e aumento significativo de vagens no processo de beneficiamento. Em função desse grande volume gerado nas safras temos dificuldades de destinação desse material, tendo a possibilidade de utilizar esses materiais no processo produtivo da cooperativa gerando energia térmica.

Os trabalhos realizados internamente mostram que cerca de 1,5% desses resíduos gerados no beneficiamento de grãos poderiam ser aproveitados como energia térmica, desde que devidamente processados. Como a quantidade de grão recebida pela cooperativa é bem expressiva, os resíduos aproveitados ganham escalas compatíveis com uma planta indústria destinada, trabalhando 24 horas por dia, durante o ano todo.

Observa-se a falta de disponibilidade de biomassa (Eucalipto) para a geração de energia térmica na região, podendo os resíduos serem uma opção para complementar o processo. Os solos agrícolas do oeste do Paraná têm elevada fertilidade, sendo aptos para culturas anuais como soja e milho, o que dificulta a adesão do produtor a culturas perenes e menos rentáveis, como o eucalipto.

Contudo o presente projeto busca implementar uma planta de produção de briquetes de resíduos de grãos (Soja e Milho) que serão utilizados para a queima em consorcio com cavacos de eucaliptos nas caldeiras e queimadores de secadores de grãos.

4 PROPOSTA TÉCNICA PARA A SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

4.1 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA:

- **Problema**

O problema identificado foi a destinação de resíduos gerados no processo de pós colheita de grãos nas unidades C.Vale. No processo de beneficiamento de grãos (Soja e Milho) são gerados resíduos que hoje são destinados para a venda para produtores/associados ou descartados em alguns casos em que não existe comércio.

As vendas do material como resíduos necessitam de destinação com algumas regras, como exemplo a licença ambiental do comprador, comprovação da destinação dos resíduos, MTR (Movimentação de transporte do resíduo).

- **Solução**

Como oportunidade temos a possibilidade de transformar os resíduos em energia térmica, utilizando tecnologias de secagem, trilhagem, moagem, peneiramento, mistura de aglutinante, prensagem e estocagem (Briquetes), sendo utilizado para a queima nos processos produtivos da C.Vale. O material energético pode ser aplicado em caldeiras das indústrias (Abatedouro de Aves e Esmagadora de Soja). Também vemos possibilidade de utilizar nos secadores de grãos das unidades de beneficiamento que geram os resíduos.

4.2 PLANO DE IMPLANTAÇÃO:

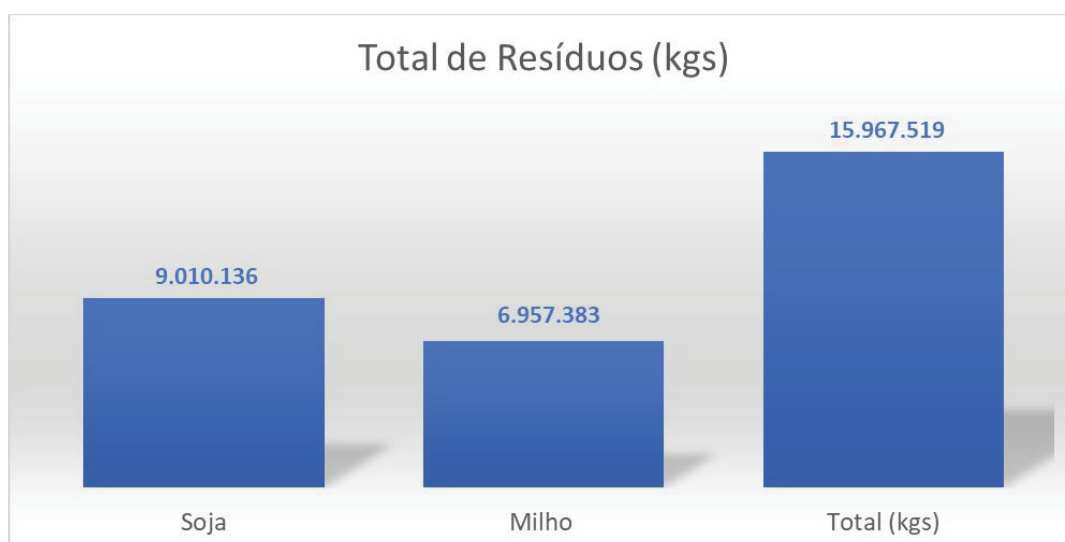
- **Consumo de biomassa**

Para a operacionalização do projeto foi necessário analisar a demanda de biomassa (lenha e cavaco) interna para o consumo das indústrias e unidades de grãos. Houve diminuição da área plantada de biomassa de eucalipto, sendo necessário estudo de alternativas para a geração de energia térmica.

- **Mapeamento dos resíduos gerados nas unidades de grãos**

Foi mapeado a quantidade de resíduos gerados (FIGURA 1) nas duas micro regiões do oeste do paraná, nas unidades de beneficiamento de gr os em um raio de até 100 km do local de instalação da planta de produção de briquetes. Sendo as cidades de Alto Piquiri, Assis Chateaubriand, Brasilândia do Sul, Francisco Alves, Guaíra, Marip , Nova Santa Rosa, Palotina e Terra Roxa designada como Base I (FIGURA 2) e as cidades de Toledo, Tup ssi, São Pedro do Iguaçu, Marechal Candido do Rondon e Cascavel como Base II (FIGURA 3)

FIGURA 1 - Quantidade de resíduos gerados por ano



FONTE: C.Vale (2023)

FIGURA 2 - Região Oeste – Base I



FONTE: C.Vale (2023)

FIGURA 3 - Região Oeste – Base II



FONTE: C.Vale (2023)

- Quantidade de produção de briquetes**

Análise da quantidade produzida de briquetes, utilizando biomassa de resíduos de soja e milho.

- Implementação do projeto (Planta)**

Análise dos tipos de plantas/projetos para a produção de biomassa de resíduos. Definição do tipo de projeto é aderente a demanda C.Vale. Definição da local de instalação da planta (Estrutura física).

- **Análise do risco da matéria prima**

A produção de grãos é sazonal, portanto, existe risco de quebra de safras, faltando matéria prima para a produção.

- **Viabilidade do projeto (Custo e Balanço energético)**

Análise do custo de produção em relação a biomassa utilizada atualmente. Verificando o balanço energético gasto no processo x quantidade produzida.

- **Aprovação do projeto.**

Apresentar o projeto e buscar a aprovação do projeto perante a diretoria analisando a viabilidade econômica. O projeto está em estudo na Cooperativa.

4.3 RECURSOS:

Para a execução do projeto será utilizado equipamentos da empresa RCA Máquinas Industriais. O escopo prevê:

- Fornecimento de 01 Sistemas de Secagem Rotativo completo, com capacidade de produção 5,0 t/h de água evaporada na secagem resíduos de grãos, com a respectiva fornalha de queima de biomassa.
- Atendendo as seguintes solicitações:
- Local de Instalação: Central de Resíduos em Palotina – PR.
- Combustível: Cavaco padronizado com PCI 2500 kcal/kg.
- Produto a ser seco: Resíduos da classificação e processamento principalmente de soja e milho.

Abaixo características principais do conjunto:

- Dados dos resíduos:
 - Umidade do produto: melhor condição 35% a 40% / pior condição 50%.
 - Umidade desejada: 14 a 16%.
 - Jornada: 50 dias / 24h dia / 6 dias/semana - Capacidade desejada: 6,7 t/h (base úmida)

Características específicas dos resíduos de Soja

- Análises em relação aos resíduos de soja com umidade superior ao acima apresentado, seguem os dados de processo:
 - A soja com umidade acima de 35% a 40% terá a umidade reduzida a 28%, necessitando repassar no secador para chegar aos 14%, após resfriar e trilhar. O produto na saída do secador necessita ser resfriado, a soja costuma sair do secador com uma temperatura em torno de 50°C, não resfriar implica perda do produto.
 - O projeto conta com um sistema de resfriamento mecânico, que permite a redução da temperatura na linha.
- Abaixo a condição de operação quando o produto apresentar a umidade inicial acima do exposto na condição inicial.
 - Umidade da vagem verde: consideramos 50% - podendo chegar a 55 a 61%.
 - Produção por hora: 6,67 t/h
 - Umidade extraída na primeira secagem: limitada a 25% Temperatura do produto na saída do secador: 55 a 60°C Obs. Necessita ser resfriado e seco novamente.
 - Segunda secagem para esta condição acima apresentada:
 - Umidade residual após secagem para a soja que ocorreu após trilhagem: 14% Temperatura do produto na saída do secador; 55 a 60° C. Obs.: Necessita ser resfriado.

Secagem

Apresentamos a secagem em duas fases para o processamento do resíduo da soja na condição de soja a 35 / 50% de umidade dependendo da proveniência.

Pós Secagem:

Todo o produto entra na secagem com capacidade de 3000 l/h de água evaporada. Considerando ingresso no secador com 35 a 40% de umidade e saída do secador com 15% de umidade.

Após a secagem conjunta do produto, na sequência do processo, o produto é resfriado, no projeto, através de um resfriador contínuo marca Chavantes, com capacidade de 20 t/h, trilha para separação da vagem e grão, sendo o grão direcionado para a armazenagem, e recomendado a armazenagem em um silo aerador. A vagem podendo ser destinada a moagem e destinação (TABELA 1).

TABELA 1 - Dados técnicos – Secagem resíduos de Soja

Dados	Quantidade Secador 1 Resíduo de vagem	Quantidade sec 2 após trilhado ressecagem soja	Unidade
Volume hora entrada do secador	7,667	2,66	t/h
Umidade de Entrada	50	28	%
Umidade Desejada	13	13	%
Volume hora na saída do secador	4,406	2,204	t/h
Água Evaporada	3,261	0,459	t/h total
Energia para Evaporar a Água	750	750	Kcal/kg
Potência da fornalha	2.445.402,30	344.418,10	Kcal/h
Poder calorifico biomassa	2.500,00	2.500,00	Kcal/kg
Consumo de biomassa fornalha	978,16	137,76	Kg/ h

FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

Características específicas dos resíduos de Milho

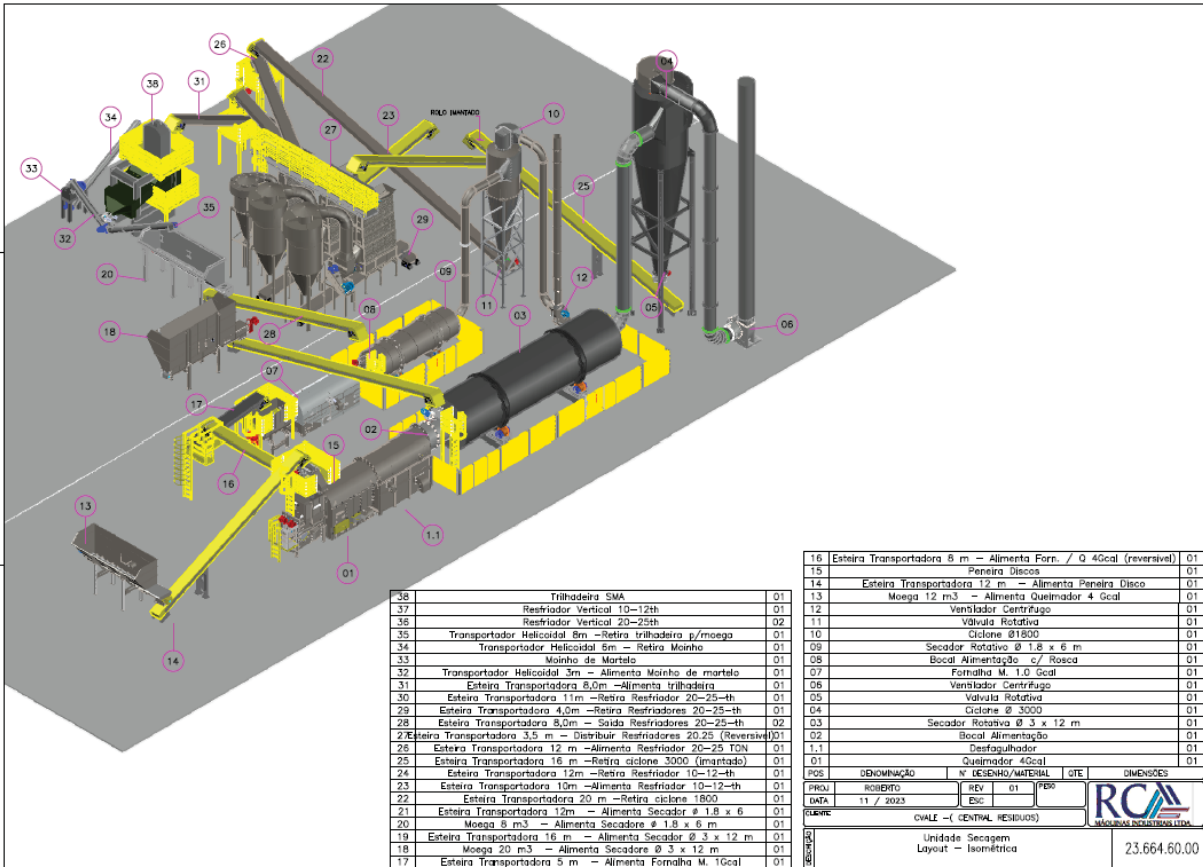
Análise em relação ao resíduo de milho apresentam os seguintes dados (TABELA 2):

TABELA 1 - Dados técnicos – Secagem resíduos de Milho

Dados	Produção total	und
Volume hora entrada do secador	11,5	t/h
Umidade de Entrada	35	%
Umidade Desejada	11	%
Volume hora na saída do secador	8,3	t/h
Água Evaporada	3,01	t/h total
Energia para Evaporar a Água	750	Kcal/kg
Potência da fornalha	2325.842	Kcal/h
Poder calorífico biomassa	2.500,00	Kcal/kg
Consumo de biomassa fornalha	930,34	Kg/ h

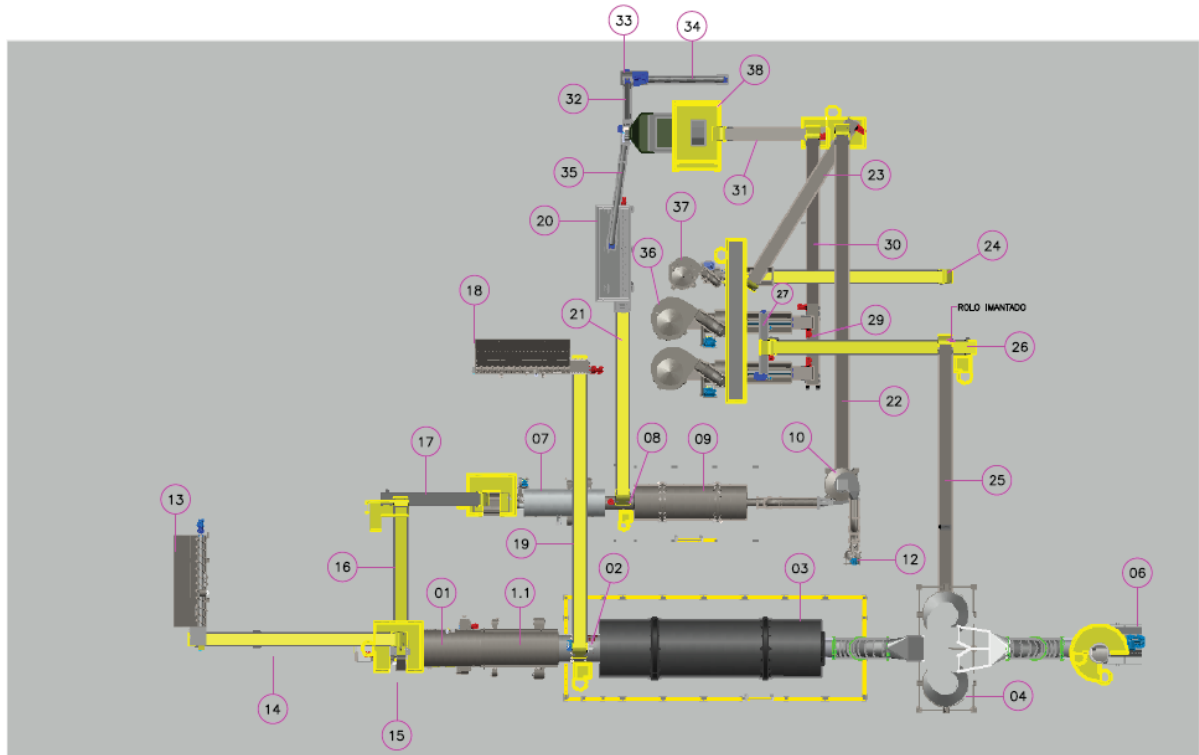
FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

FIGURA 4 - Layout – Vista Isométrica



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

FIGURA 5 - Layout – Vista Superior



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **Descrição – Principais equipamentos mecânicos**
- **MOEGA DOSADORA TRANSPORTADORA DUPLA**

Depósito de produto a ser seco, equipamento número 18 do projeto. Equipamento destinado ao armazenamento e dosagem do produto que será transformado posteriormente em briquetes (FIGURA 6).

FIGURA 6 - Moega dosadora transportadora dupla



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **QUEIMADOR DE BIOMASSA**

Equipamento número 01 do projeto, destinado a geração de calor por queima de biomassa. O queimador, incorporará um sistema de combustão do tipo grelhas móveis com movimentação por um conjunto hidráulico, própria para a queima de combustíveis sólidos (FIGURA 7).

FIGURA 7 - Queimador de biomassa



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **SILO DOSADOR**

Silo dosador com sistema duas alimentações de roscas com diâmetro e passo progressivo para garantir a uniformidade da alimentação, as quais farão a retirada do combustível de dentro do silo para alimentar um transportador de segurança que este alimenta o queimador (FIGURA 8).

FIGURA 8 – Silo dosador



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **DESFAGULHADOR**

Equipamento número 1.1 do projeto, responsável por alimentação do ar secundário na chama da saída do queimador chamado de câmara 1 (FIGURA 9).

FIGURA 9 – Desfagulhador



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **SECADOR ROTATIVO – RESÍDUOS**

Equipamento número 3 do projeto, tambor rotativo 3 fases, desenvolvido para atender o sistema como a câmara de secagem do produto, dando a condição para o produto permanecer maior tempo, contribuindo para a curva de secagem, operando em temperaturas mais baixas, capacidade 3.265 litros de água evaporada (FIGURA 10).

FIGURA 10 – Secador rotativo

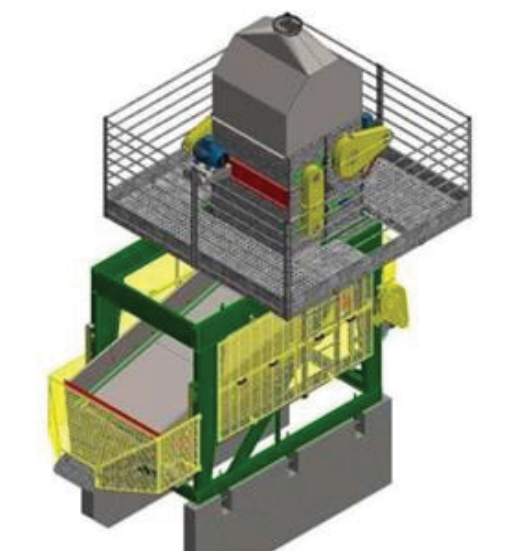


FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **TRILHADEIRA (FIGURA 11)**

Equipamento número 38 do projeto SMA TR 120, que será destinado a separação da vagem e do grão (FIGURA 11).

FIGURA 11 – Trilhadeira



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **PICADOR MARTELOS**

Equipamento número 33 do projeto que será destinado moer a vagem verde após a secagem. Capacidade de 6 toneladas por hora.

- **MOEGA DOSADORA TRANSPORTADORA**

Deposito de grãos que passaram pela trilhadeira, equipamento número 20 do projeto, destinado ao armazenamento e dosagem do produto no secador rotativo de grãos (FIGURA 12).

FIGURA 12 – Moega dosadora transportadora



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **RESFRIADOR VERTICAL**

Equipamento número 37 – recebe e resfria o produto após a secagem. Aplicado em produto Oleoginoso, por ter uma característica de elevar a temperatura no processo de secagem.

- **FORNALHA DE QUEIMA**

Equipamento número 7 do projeto. Capacidade de geração de calor: 0,5 Gcal /H, alimentação e dosagem da biomassa automática. Alimentação do secador para os grãos oriundos do processo de trilhagem (FIGURA 13).

FIGURA 13 – Fornalha de queima



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **SECADOR – GRÃOS PÓS TRILHADEIRA (FIGURA 14)**

Equipamento número 09 do projeto. Secador rotativo com 3 fases, onde a secagem do produto ocorre com temperaturas mais baixas. Sistema de secagem para os grãos oriundos do processo de trilhagem (FIGURA 14).

FIGURA 14 – Secador – Grãos pós trilhadeira



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **CICLONE**

Equipamento número 10 do layout. Ciclone de alta eficiência na captação de particulados, destinado a separação e captação de particulados (FIGURA 15).

FIGURA 15 – Ciclone



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **MOEGA DOSADORA – CAVACOS**

Deposito de produto para a alimentação do secador rotativo, equipamento número 13 do projeto. Equipamento destinado ao armazenamento e dosagem de cavacos para queima no secador de resíduos e também no secador de grãos após processo de trilhagem (FIGURA 16).

FIGURA 16 – Moega Dosadora



FONTE: RCA Maquinas industriais (2023)

- **BRIQUETADEIRAS**

Briquetadeira mecânica para biomassa com capacidade de 750 quilos por hora, para briquetes de até 60mm. A planta contará com dois (2) equipamentos, totalizando 1.500 quilos de briquetes por hora. A briquetadeira realiza a prensagem e o corte do material já devidamente seco e triturado. Será instalado após o equipamento 34 do projeto (FIGURA 17).

FIGURA 17 – Briquetadeiras



FONTE: RUF Briquetting Systems (2024)

4.4 VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

IMAGEM 18 – Viabilidade Econômica financeira

   VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO INTEGRADOR						
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA: Destinação de resíduos gerados no processo de pós colheita de grãos nas unidades C.Vale			Elaborado em: 23/03/2024			
SOLUÇÃO PROPOSTA: Transformar os resíduos de produtos agrícolas em energia térmica, utilizando no processo produtivo (Caldeiras e Secadores de grãos)						
PRAZO DE ANÁLISE: 10 anos						
INVESTIMENTOS	R\$	RECEITAS	R\$	CUSTOS	R\$/Tonelada/Ano	OBSERVAÇÕES
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS		RETIRADA DE GRÃOS DE SOJA (1.000 Toneladas, equilibrando a unidade do grão)	R\$ 1.800.000,00	CUSTOS FIXOS (R\$/t)	R\$ 50,00	Grande quantidade de resíduos gerados no beneficiamento de grãos, sem destinação sustentavelmente correta
ITENS - LINHA DE SECAGEM - (RESÍDUOS)	R\$ 2.706.652,00				R\$ 500.000,00	
ITENS - RESFRIAMENTO E PROCESSAMENTO	R\$ 775.699,00			Depreciação		Restrição de oferta de biomassa na região (Cavacos)
ITENS - LINHA DE SECAGEM 2 (GRÃO DE SOJA)	R\$ 841.906,00			Mão de Obra Fixa		
ITENS - ALIMENTAÇÃO BIOMASSA (GERAÇÃO DE CALOR)	R\$ 252.470,00	ECONOMIA DE BIOMASSA (CAVACOS) = 11.500 toneladas (ano) x R\$ 220,00	R\$ 2.530.000,00	Seguros		Demanda interna crescente (industrialização, automação e expansão)
MONTAGEM	R\$ 192.500,00					Terras férteis do Oeste Paranaense dificultam o fomento de áreas de reforestamento junto aos associados da cooperativa
RESFRIADORES (GRÃOS E RESÍDUOS)	R\$ 1.020.000,00			CUSTOS VARIÁVEIS (R\$/t)	R\$ 33,00	
TRILHADEIRA (GRÃOS SOJA)	R\$ 165.110,00	REDUÇÃO DE ÁREA DE PLANTIO DE EUCALIPTO (AVALIAR)			R\$ 330.000,00	
BRIQUETADEIRA	R\$ 1.500.000,00			Mão de Obra Temporária		Poder calorífico desses materiais se torna altamente interessante após processo de briquetagem
TOTAL	R\$ 7.454.337,00			Energia Elétrica		
				Energia Térmica		
ESTRUTURA CÍVEL						
ÁREA DA INSTALAÇÃO (72.000 M2)	R\$ 1.500.000,00					
BARRAÇÃO	R\$ 1.000.000,00					
TOTAL	R\$ 2.500.000,00					
TOTAL DE INVESTIMENTOS	R\$ 9.954.337,00	TOTAL DE RECEITAS ANUAIS	R\$ 4.330.000,00	TOTAL DE CUSTOS	R\$ 830.000,00	
		TOTAL DE RECEITAS (10 anos)	R\$ 43.300.000,00	TOTAL DE CUSTOS	R\$ 8.300.000,00	

GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GRÃOS (T)

16.553

GERAÇÃO ESTIMADA DE BRIQUETES (T)

10.000

PLANTA COM CAPACIDADE DE 6,7 tonelada/hora

FONTE: O Autor

- Payback = Estimativa de 3 anos.

4.5 RESULTADOS ESPERADOS

Com a implantação do projeto de transformação de resíduos de pós-colheita de grãos em energia térmica, espera-se os seguintes benefícios:

- Destinação correta dos resíduos gerados no processo de beneficiamento de grãos:

No processo de beneficiamento de grãos (Soja e Milho) são gerados resíduos que hoje são destinados para a venda para produtores/associados principalmente para alimentação animal ou descartados em alguns casos em que não existe comércio. Esses resíduos, geralmente, não possuem qualidade comprovada, principalmente para utilização a médio e longo prazo, podendo ser prejudicial aos animais e ambiente. Transformando esses resíduos em energia térmica, mitigamos os danos a animais e ao ambiente, utilizando internamente os briquetes na cooperativa, o que fomenta temos voltados ao escopo ESG (Ambiental, Social e Governança), como sustentabilidade, agricultura regenerativa e economia circular.

- **Suprir o déficit de energia térmica nas regiões de atuação da cooperativa:**

A principal fonte de energia térmica utilizada na cooperativa é a biomassa de eucalipto, na forma de lenha em metro ou cavacos. Por se tratar de uma cultura perene, o eucalipto leva em torno de 6 a 7 anos para atingir seu estágio ótimo de produção, necessitando assim de um escalonamento de plantio/colheita muito bem definido. Além disso, a cooperativa atua em área de produção de culturas anuais, principalmente de soja e milho, que exigem uma fertilidade natural de solos, o que incentiva o produtor a optar por essas culturas ao invés do eucalipto. Somado a isso, temos a expansão produtiva e industrial da cooperativa, aumentando cada vez mais a demanda de biomassa para utilização na secagem de grãos e caldeiras. Todos os itens citados acima, fazem com quem a demanda por biomassa seja cada vez maior, enquanto a oferta se mantenha estável, gerando o déficit. Dessa forma, a expectativa é que a utilização de briquetes oriundos de resíduos de beneficiamento de pós-colheita venha a se tornar uma opção de biomassa para suprir esse déficit.

- **Melhorar a eficiência energética de secadores de grãos e caldeiras:**

Secadores de grãos e caldeiras utilizam a energia térmica para evaporar água da massa de grãos e/ou fornecer vapor para processos agroindustriais. A utilização dos briquetes em consórcio com biomassa de eucalipto irá promover a melhora na eficiência térmica dos processos, visto que sendo mais secos e compactados, possuem poder calorífico maior, proporcionando ganhos de até 15% ao processo de secagem ou geração de vapor.

- **Aproveitamento dos grãos de soja oriundos da trilhagem de vagens:**

A vagem de soja será uma das principais matérias primas para a produção de briquetes. Grande quantidade dessas vagens que são retiradas pelas máquinas de pré e pós limpeza nas unidades de beneficiamento possuem grãos de soja em seu interior. A planta sugerida foi prevista com equipamentos para secar e retirar os grãos de soja, que ainda tem qualidade e valor comercial. O valor obtido dos grãos de soja ajudará a dar viabilidade econômica ao projeto.

4.6 RISCOS OU PROBLEMAS ESPERADOS E MEDIDAS PREVENTIVO-CORRETIVAS

Analisando de maneira integrada todas as ações e soluções apresentadas, forma levantados alguns riscos potenciais do projeto que podem comprometer o resultado do projeto. Dentre os riscos apresentados, podemos listar:

- **Condições Climáticas (quebras de safra):**

Quando ocorrerem eventos climáticos adversos, como redução da precipitação nas áreas de atuação da cooperativa, provavelmente será reduzido a quantidade de recebimento e, conseqüentemente, a quantidade de resíduos gerados no processo também será menor. Para mitigar esse problema, iremos buscar também fornecimento desses resíduos em outras empresas da região, garantindo a quantidade de matéria prima;

- **Balanço energético:**

Relação em consumo de energia e energia gerada. Como medida corporativa, iremos garantir para a cooperativa através de monitoramentos diários que a energia utilizada para produzir os briquetes de resíduos de grãos não será maior que a disponibilizada na queima dele, garantindo a viabilidade do negócio;

- **Sazonalidade do fornecimento de matéria prima:**

A matéria prima para produção de briquetes é produzida basicamente duas vezes por ano: de janeiro a março na safra de soja, e de junho a agosto na safra de milho. Para mitigar esse risco, a sugestão é de ter estrutura de armazenagem para essa matéria prima, postergando o período útil de fabricação dos briquetes. Além disso, buscar matérias primas alternativas para os períodos de entressafra, de subprodutos do portfólio da cooperativa, como resíduos florestais (galhos não aproveitados no reflorestamento, etc.), lodos flotado dos abatedouros, entre outros.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu avaliar a viabilidade de transformação de resíduos de soja e milho em briquetes para queima em fornalhas e caldeiras. E esta é sem dúvidas uma alternativa viável do ponto de vista social, ambiental e econômico. Alinhadas com as práticas de governança (ESG).

Em relação ao meio ambiente a transformação de resíduos em briquetes proporciona não só uma destinação correta para os resíduos como também reduz a necessidade de lenha, que apesar de não ser combustível fóssil, sua produção ocupa áreas de terras que podem ser destinadas a outras finalidades.

Do ponto de vista econômico, essa solução reduz a necessidade de compra de lenha. Agrega valor a um produto que normalmente é descartado, reduzindo os custos de processamento, aumentando a margem financeira da cooperativa, permitindo que esses recursos sejam investidos em outras áreas ou mesmo sendo destinado aos cooperados na forma de sobras.

Somando os benefícios ambientais aos econômicos, podemos dizer que juntos eles são revertidos em benefícios sociais, uma vez que geram empregos e melhoram a qualidade de vida através da preservação do meio ambiente e do retorno do recurso financeiro.

Tendo como base todos esses benefícios e considerando um payback de apenas 3 anos, recomendamos a instalação da fábrica de transformação de resíduos em briquetes inicialmente em Palotina, e após a instalação dessa primeira fábrica, aprimorar e estender esse projeto para outras regiões da Cooperativa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, João. Gestão Sustentável e Biomassa. São Paulo: Editora Exemplo, 2010.

Almeida, J. (2018). Gestão de Resíduos Agroindustriais: Aspectos Ambientais e Tecnológicos. Editora UFV.

ALVES JUNIOR, F. T. 2004. Biomassa para briquetagem no Triângulo Crajubar. In: SILVA, M. E., AVES JUNIOR, F. T. (org.) A pluralidade da pesquisa científica na região do Cariri. Juazeiro do Norte.

CARVALHO, E. A. & BRINK, V. 2004. Briquetagem. In: CETEM. Tratamento de Minérios. Rio de Janeiro.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas>.

COUTO, L. C., COUTO, L., WATZLANWICK, L. F. & CÂMARA, D. 2004. Vias de valorização energética da biomassa. Biomassa & Energia, 1, 71-92.

COUTO, L.; SILVA, J.; SANTOS, M. *Aproveitamento Energético da Biomassa: Desafios e Soluções*. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ENERGIA RENOVÁVEL, 10., 2004, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABER, 2004.

FERREIRA-LEITAO, Viridiana et al. Resíduos de biomassa no Brasil: disponibilidade e usos potenciais. Valorização de Resíduos e Biomassa, v. 1, n. 1, p. 65–76, 2010.

FILIPPETTO, D. *Análise Econômica da Briquetagem de Resíduos Agroindustriais*. Revista de Gestão Ambiental, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2008.

GOV.BR – Governo Federal. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2022/11/producao-de-graos-deve-crescer-36-8-nos-proximos-dez-anos>.

PRADO, G. F. Engorda em Confinamento. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2004.

PUPPO, H. F. F. Painéis alternativos produzidos a partir de resíduos termoplásticos e da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). Universidade Estadual Paulista – Botucatu, São Paulo, 2012 (Dissertação).

QUIRINO, W. F. *Briquetagem de Resíduos Agroindustriais: Técnicas e Aplicações*. São Paulo: Editora Agro, 1991.

QUIRINO, W. F. 1991. Características de briquetes de carvão vegetal a seco na combustão. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SOUZA, J. P.; SILVA, A. L.; PEREIRA, M. R. *Gestão de Resíduos Agroindustriais no Brasil: Desafios e Oportunidades*. São Paulo: Editora Agronômica, 2015.

Vale, A. T., & Gentil, L. V. (2008). *Produção e uso energético de resíduos de biomassa*. Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia-Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

VIEIRA, Ana Carla et al. Caracterização Da Casca De Arroz Para Geração De Energia. *Varia Scientia Agrárias*, v. 3, n. 1, p. 51–57, 2013.