



ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA
FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA – FACEG
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

LEANDRO GABRIEL SATURNINO

**ANÁLISE DE UM PROJETO DE MELHORIA PARA REAPROVEITAMENTO DO
CALDO ORIUNDOS DA PRENSAGEM NOS FILTROS**

GOIANÉSIA

2022



LEANDRO GABRIEL SATURNINO

**ANÁLISE DE UM PROJETO DE MELHORIA PARA REAPROVEITAMENTO DO
CALDO ORIUNDOS DA PRENSAGEM NOS FILTROS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

ORIENTADOR: ARIANE MARTINS CAPONI LIMA

GOIANÉSIA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

F333s

SATURNINO, Leandro Gabriel.

Análise de um projeto de melhoria para reaproveitamento do caldo oriundos da prensagem nos filtros/ Leandro Gabriel Saturnino– Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2022 – Faceg, 2022.

18 p.; il. p&b.

Orientador: Profa. Ariane Martins Caponi LIMA.

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia: FACEG, 2022.

1. Indústria. 2. Eficiência. 3. Recuperação.

I. Saturnino, Leandro Gabriel. II. Análise de um projeto de melhoria para reaproveitamento do caldo oriundos da prensagem nos filtros.

CDU 621

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Saturnino, L.G. **Análise de um projeto de melhoria para reaproveitamento do caldo oriundos da prensagem nos filtros.** Trabalho de conclusão Curso (Graduação em Engenharia mecânica) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia-GO, 2022.

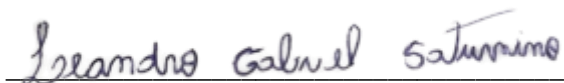
CESSÃO DE DIREITOS

NOME: LEANDRO GABRIEL SATURNINO

GRAU: BACHAREL

ANO: 2022

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação, única e exclusivamente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.



Nome: Leandro Gabriel Saturnino

CPF: 067.212.321-54

Endereço: Rua 09, Nº 259, St Universitário.

Email: leandro.saturnino@hotmail.com

LEANDRO GABRIEL SATURNINO

**ANÁLISE DE UM PROJETO DE MELHORIA PARA REAPROVEITAMENTO DO
CALDO ORIUNDOS DA Prensagem NOS FILTROS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Goianésia, 28 de junho de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ariane Martins Caponi Lima - Orientador
Faculdade Evangélica de Goianésia

Prof. Marinés Chiquinquirá Carvajal Bravo Gomes
Faculdade Evangélica de Goianésia

Prof. Rogério Rodrigues dos Santos
Faculdade Evangélica de Goianésia

ANÁLISE DE UM PROJETO DE MELHORIA PARA REAPROVEITAMENTO DO CALDO ORIUNDOS DA PRENSAGEM NOS FILTROS

ANALYSIS OF AN IMPROVEMENT PROJECT FOR REUSE OF BROTH FROM PRESSING IN FILTERS

Leandro Gabriel Saturnino

RESUMO

Atualmente, a otimização dos processos na indústria sucroalcooleira é um desafio, de modo que se busca aproveitar ao máximo todos os produtos e subprodutos gerados. Desta forma, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma análise sobre um projeto de reaproveitamento do caldo gerado a partir da prensagem do lodo dos filtros prensa em uma indústria sucroalcooleira. Como resultado do estudo de caso, destaca-se que a partir do método proposto conseguiu-se separar o caldo da zona de prensagem, direcionando-o para um novo tanque, possibilitando a diluição do lodo em sistema fechado, reduzindo o consumo de água. Além disso, o projeto trouxe melhorias na recuperação de açúcares ao longo do processo de filtração, levando à uma redução nas perdas. Outro ponto positivo foi a redução do volume de caldo para evaporar no processo, que levou à um menor gasto energético proporcionando economia no uso de vapor nos processos termodinâmicos da empresa. De forma geral, destaca-se que o objetivo do trabalho foi alcançado com êxito, destacando também novas possibilidades de melhorias, como por exemplo, implementar um sistema automatizado, que será feito no futuro na empresa em questão.

Palavras-Chave: Indústria. Eficiência. recuperação.

ABSTRACT

Currently, all of the products and process optimization in the sugar and ethanol industry is the challenge, so that a search is made to the maximum of the products and by-products generated. In this way, this work had as a press to develop an analysis of a project to reuse the juice generated from the pressing of sludge from filters in a sugar and ethanol industry. As a result of the case study, it is noteworthy that from the proposed method it was possible to separate the juice from the pressing zone, directing it to a new tank, allowing the sludge dilution in a closed system, reducing water consumption. In addition, the design was changed for improvements in the recovery of the filtration process, a reduction in losses. Another positive point was the reduction in the volume of juice for evaporation in the process, which led to lower energy expenditure, savings in the use of steam in the company's thermodynamic processes. In general, the objective of the work stands out, of course, with the possibility of success, highlighting new possibilities for improvement, such as the implementation of an operating system that will be done in the future in the company.

Keywords: industry. Efficiency. recovery.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	07
2	MATERIAL E MÉTODOS	10
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4	CONCLUSÃO.....	19
	REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma matéria prima que apresenta um histórico muito importante na economia brasileira. E agora, vive-se uma nova e próspera etapa (PEREIRA, 2005). A valorização do etanol com a implantação do Programa Nacional do Álcool, consistiu em uma iniciativa do governo brasileiro de intensificar a produção de álcool combustível (etanol) para substituir a gasolina, o crescente preço do açúcar no mercado de commodities, a utilização de subprodutos industriais resultantes da fabricação de açúcar e álcool e a alcoolquímica são fatores que trouxeram uma forte expansão da cultura da cana no Brasil, e motivaram à modernização e à maior otimização da indústria sucroalcooleira. (GOES; MARRA; SIVLA, 2008).

Segundo o Instituto de economia agrícola (CONAB, 2021), o Brasil é o maior produtor do mundo de cana de açúcar, e na última safra, este setor foi responsável por produzir cerca de 654,5 milhões de toneladas de açúcar e 29,7 milhões de litros de álcool. De acordo com dados apresentados, verifica-se a importância da cana-de-açúcar para a geração de fundos no Brasil.

Além da geração de renda pela produção do açúcar e álcool, tem se a biomassa, obtida ao fim do processamento da cana, comumente utilizada na geração de energia através da queima. Essa energia, por sua vez, é redirecionada na produção de açúcar e álcool (FLAUSINIO, 2015).

Essa energia compreende vapor de escape das turbinas, que retorna uma parte em forma de condensado para caldeira, o que caracteriza a cogeração de energia, podendo gerar excedentes, que além de abastecer a indústria, consegue exportar para a rede elétrica, trazendo nova oportunidade de ganho para o setor. Além de diversificar as oportunidades do setor sucroenergético, promove o ganho ambiental, pela redução das emissões de compostos responsáveis pelo efeito estufa. (FLAUSINIO, 2015).

O setor sucroalcooleiro busca a otimização no processo, para conseguir obter uma máxima produção de açúcar e álcool com o menor consumo de vapor de escape. Para atingir este propósito, a indústria precisa recuperar o calor de cada fluido, e manter o mínimo de água para evaporar no processo (COSTA et al., 2017)

Uma das alternativas para diminuição do volume de água no processo, consiste na recirculação de caldo filtrado. Além da vantagem de facilitar o fluxo do lodo, o caldo filtrado pode ser recirculado ao misturador de lodo, visando condicionar a alimentação do filtro para melhorar a sua operação (MAGRI, 2020). Agius et al, (1977, Apud REIN, 2013) demonstraram que diluindo a alimentação do filtro com água, poderia reduzir perda de pol na torta do filtro, mas simultaneamente foi alterada a relação diluente/caldo filtrado para reduzir a carga da evaporação. (LIONNET, 1984. Apud REIN, 2013). Neste sentido, objetivou-se analisar um projeto de um sistema de recirculação do caldo das zonas de prensagem dos filtros para diluir o lodo.

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso do projeto de reaproveitamento do caldo gerado nas zonas de prensagem a vácuo dos filtros prensa para diluição do lodo na indústria sucroalcooleira, buscando a diminuição do consumo de vapor, diminuição do consumo de água e melhor recuperação de açúcares no processo.

2. CADEIA PRODUTIVA DO AÇÚCAR E DO ETANOL

A cadeia produtiva da indústria sucroalcooleira é dividida por uma fase agrícola e a outra industrial. Primeiramente, inicia-se no cultivo da matéria-prima e colheita, posteriormente pelo processamento industrial e por fim a comercialização dos produtos finais (GONÇALVES et al., 2015).

A primeira etapa do processo é a moagem de cana. Esta fase tem como objetivo extrair o caldo, recuperando o máximo de açúcares para a produção de açúcar e etanol. A extração do caldo pode ser realizada em moendas, que é o método mais empregado atualmente, ou em difusores (TROMBETA; CAIXETA, 2017). Nas moendas, a cana de-açúcar é encaminhada por esteiras até um conjunto de rolos montados em conjuntos com quatro a sete ternos de moenda sucessivos. Para conseguir extrair o caldo após o primeiro terno, é necessário adotar a embebição composta, que consiste na adição de toda a água na camada da cana no último terno da moenda, o caldo deste é bombeado ao terno anterior assim sucessivamente até o segundo terno. O resíduo gerado – o bagaço, apresenta uma umidade final em torno de 50%. (FLAUSINIO, 2015).

O caldo extraído pelas moendas passa por um processo de peneiragem para remoção das impurezas mais grosseira, como o bagaço, genericamente denominado

de bagacilho. Em seguida o caldo passa pelo tratamento químico-físico para facilitar a separação do caldo clarificado do precipitado, em decantadores contínuos que são denominados, multi-bandejas que possuem um tempo de residência de 3 a 5 horas ou do tipo rápido de 1 a 1,5 horas (REIN, 2013).

O material decantado é retirado do fundo do decantador sob a forma de lodo, compondo-se aproximadamente de 10% da vazão total de caldo. O lodo é encaminhado para os filtros prensa, onde ocorre após o processo de filtração, e o caldo filtrado é retornado para o processo. Os sólidos formados na filtração formam a denominada torta de filtro, seu destino é ser enviada para a lavoura, servindo de fertilizante. (LOPES; DIAS; BORGES, 2011).

A última etapa similar na produção de açúcar e etanol, é a de filtragem. A partir dessa fase, se a pretensão for a obtenção de açúcar, o caldo purificado é destinado para a etapa de evaporação e cozimento, que são responsáveis pela concentração e cristalização da sacarose, na maioria das vezes não consegue a cristalização em apenas um ciclo. Produzindo uma solução denominada mel, é novamente acrescentada no processo com o objetivo de se recuperar mais açúcar. Em seguida, após descarregar a massa no cristizador, é encaminhada para as centrífugas, onde ocorre a separação dos cristais do açúcar com o mel, após recuperar o máximo da sacarose na fábrica, o mel final segue para fermentação para a produção de etanol.

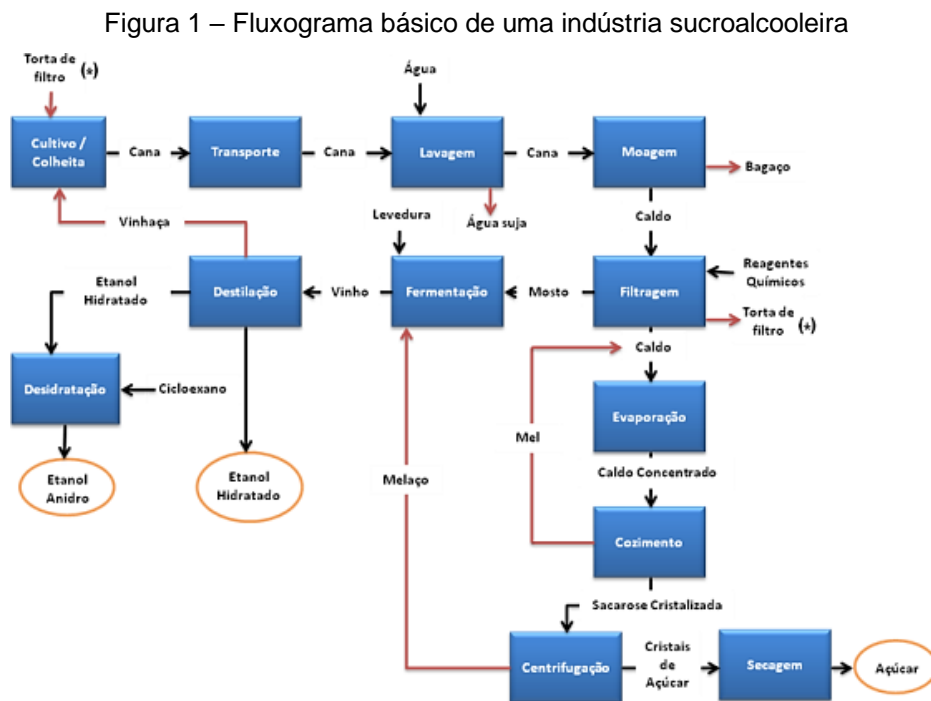
O Açúcar úmido segue para o secador e, em seguida, são peneirados e armazenados. O tempo total estimado de processamento para a produção de açúcar é de 15 horas e para cada tonelada de cana processada são obtidos 0,120 toneladas de açúcar. (HUGOT, 1969).

A produção de etanol inicia a partir do caldo decantado, do melaço ou da mistura, que é denominado mosto. A produção de etanol utiliza o processo de fermentação, que é realizado em dornas de fermentação alcoólica, podendo ser em batelada ou contínua. O material é colocado nas dornas e em seguida acrescenta-se leveduras, organismos unicelulares responsáveis pela fermentação. (FLAUSINIO, 2015).

O procedimento leva cerca de 8 a 12 horas. Após a fermentação, o fluido segue para centrífugas para separar o fermento do vinho, onde o fermento é diluído e tratado para retornar para a etapa inicial ou vendido como suplemento nutritivo em formulações de ração animal por possuir alto conteúdo proteico. (FLAUSINIO, 2015).

O vinho fermentado, que possui uma concentração alcoólica alternando de 7% a 10% é encaminhado para a destilaria. Para aumentar a concentração do produto, esse vinho é recuperado em colunas de destilação e nelas se obtém o etanol na forma hidratada com cerca de 93% de álcool e 7% de água. Nessa etapa, há a formação de outros subprodutos – a vinhaça, e a flegmaça. O etanol hidratado é destinado para venda como produto final ou é encaminhado para a produção de etanol anidro. (FLAUSINIO, 2015).

A figura 1 apresenta um fluxograma da cadeia produtiva, contemplando as etapas descritas anteriormente.

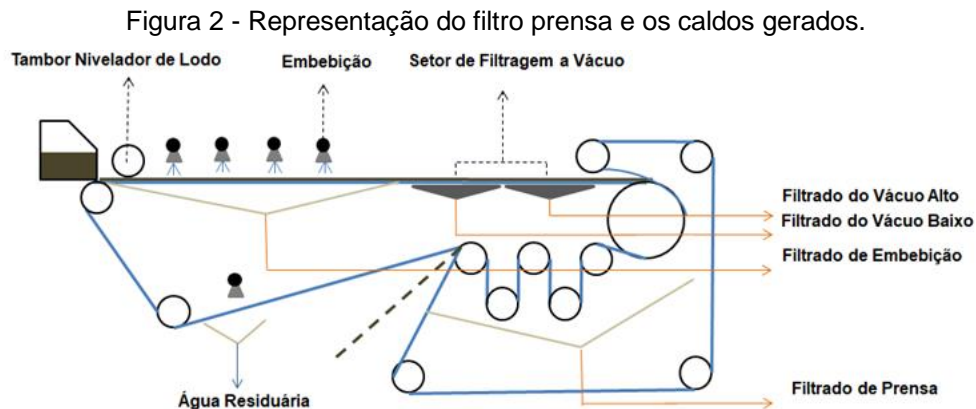


Fonte: SILVA (2010).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de caso foi desenvolvido em uma indústria do setor sucroalcooleiro, responsável em produzir açúcar, álcool e energia, situada na região de Juscelândia, município de Goianésia. Sendo o objeto de estudo o filtro prensa a vácuo, equipamento responsável em recuperar a “pol” contida na torta de lodo, que é a quantidade de açúcar retida.

Este equipamento é constituído por duas telas que atuam como meios filtrantes e também como transportadores de lodo, além de auxiliarem na prensagem para extração do caldo filtrado.



Fonte: SLAID (2019).

Para entender melhor o filtro prensa, pode-se dividir o seu funcionamento em três etapas de filtragem que são:

Etapa de embebição: O lodo é alimentado sobre a tela primária, onde irá receber água de embebição. Esta água atua com o auxílio da gravidade onde o fluido irá passar pela camada de torta arrastando uma parcela do açúcar e dando origem ao filtrado de embebição. O filtrado de embebição passará pelo meio filtrante (tela primária) e será coletado pela calha e enviado até o tanque de caldo filtrado.

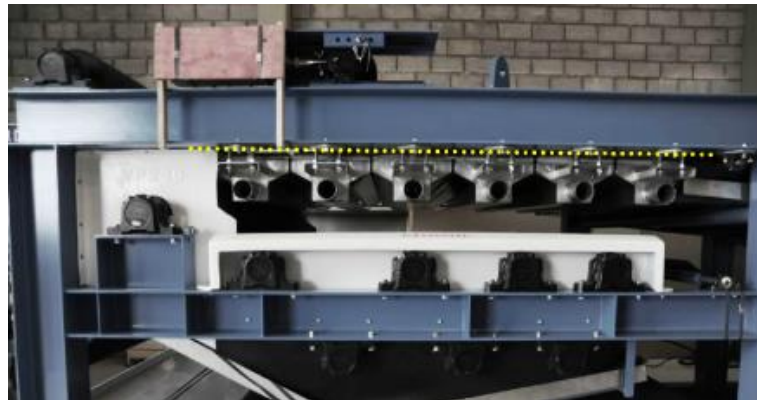
Figura 3 - Representação do sistema de embebição.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Etapa a vácuo: Após a etapa de filtragem por gravidade, o lodo é direcionado até a etapa de filtragem a vácuo. Esta etapa consiste em retirar parte do caldo e da água de embebição que restou da etapa anterior (etapa de embebição). O filtrado passa pelo meio filtrante devido à força do vácuo exercido sobre a camada de torta.

Figura 4 - Representação do sistema a vácuo.



Fonte: Jalles Machado,2022.

Etapa de Prensagem do Lodo: Após a etapa de filtragem a vácuo, a tela primária será guiada entre os rolos de prensagem, nesta etapa a tela primária se movimenta junto com a tela secundária e o lodo é transportado dentre as duas telas. A prensagem exercida sobre o lodo nesta etapa faz com que uma parcela do caldo filtrado restante seja extraída.

Figura 5 - Representação do sistema de prensagem.



Fonte: Aatoria própria,2022.

Após as três etapas de filtração, torna-se necessário lavar a tela para desobstruir os orifícios. A lavagem de tela tem como objetivo manter a tela livre de sujidades que possam impedir a passagem do caldo filtrado dificultando a recuperação da pol. A água utilizada nesta etapa não deve ser misturada ao filtrado devido à grande concentração de sólidos. O recomendado é realizar um tratamento nesta água para separação dos sólidos e posterior reutilização.

Figura 6 - Representação do sistema de limpeza.



Fonte: Autoria própria,2022.

No sistema antigo o caldo filtrado gerado em todas as etapas de filtração do lodo é direcionado para um único tanque pulmão para o retorno ao processo.

Figura 7 – Caldo filtrado.



Fonte: Jalles Machado,2022.

Observando-se o processo de tratamento do lodo, notou-se uma possibilidade de separar o caldo extraído na zona de prensagem para diluir o próprio lodo, devido a sua baixa pureza, por ser extraído na última etapa.

Antes da implementação, para diluir o lodo era utilizado água tratada e água condensada, fluidos estes que poderiam estar sendo utilizados para troca térmica e embebição da moenda. Mas com a separação do caldo da zona de prensagem, pode se designar estas águas e diluir o lodo com o caldo em sistema fechado para não agregar volume no processo.

Portanto foi necessário a realização do estudo de quanto será necessário para diluir o lodo para moagem planejada de 550 Ton/h de acordo com os parâmetros do processo.

Dados do processo:

- Fibra media: 13%
- Moagem: 550 Ton/h

O lodo bombeado do decantador tem uma concentração média de 50%. O manual do equipamento, informa que a concentração de sólidos do lodo na alimentação do filtro deve estar em torno de 30%, mensurada em laboratório através de centrifugação. Para saber a vazão necessária para atender a diluição, foi realizado os seguintes cálculos expostos a seguir.

Cálculo de vazão de fibra em relação a moagem (Equação 1):

$$\begin{aligned} \text{Vazão da Fibra} &= \text{moagem} \times \text{fibra} \\ \text{Vazão da fibra} &= 540 \text{ (Ton/h)} \times 0,13 = 70,2 \text{ Ton/h} \end{aligned} \tag{1}$$

Cálculo de vazão de caldo em relação a moagem (Equação 2):

$$\begin{aligned} \text{Vazão de caldo} &= \text{moagem} - \text{fibra} \\ \text{Vazão de caldo} &= 540 \text{ (Ton/h)} - 70,2 \text{ (Ton/h)} = 469,8 \text{ (Ton/h)} \end{aligned} \tag{2}$$

Cálculo de vazão de embebição em relação à porcentagem de fibra (Equação 3):

$$\begin{aligned} \text{Vazão de embebição} &= \text{Fibra} \times 240\% \\ \text{Vazão de embebição} &= 70,2 \text{ (Ton/h)} \times 2,4 = 168,48 \text{ (Ton/h)} \end{aligned}$$

O percentual utilizado de 240%, é um estudo aplicado para conseguir estimar a quantidade de embebição necessária de acordo com a fibra.

Cálculo de vazão de caldo entrando no processo (Equação 4):

(3)

$$\begin{aligned} \text{Vazão de caldo misto} &= \text{Vazão de caldo} + \text{Vazão de embebição} \\ \text{Vazão de caldo misto} &= 469,8 \text{ (Ton/h)} + 168,48 \text{ (Ton/h)} = 638,28 \text{ (Ton/h)} \end{aligned}$$

(4)

Cálculo de vazão de lodo gerado nos decantadores (Equação 5):

$$\begin{aligned} \text{Vazão de lodo} &= \text{vazão de caldo misto} \times 10\% \\ \text{Vazão de lodo} &= 638,28 \text{ (Ton/h)} \times 0,1 = 63,83 \text{ (Ton/h) de lodo a 50\%} \end{aligned}$$

O percentual aplicado, refere a um estudo que estima que cerca de 10% do caldo gerado é lodo.

(5)

Cálculo utilizando a fórmula de diluição de concentração específicas para calcular a vazão do lodo diluído a 30% (Equação 6):

$$\begin{aligned} \text{Vazão de lodo diluído} &= C1 \times V1 = C2 \times V2 \\ \text{Vazão de lodo diluído} &= 0,50 \times 63,83 \text{ Ton/h} = 0,30 \times V2 \\ \text{Vazão de lodo diluído} &= 106,43 \text{ Ton/h de lodo a 30\%} \end{aligned}$$

(6)

Cálculo da vazão necessária de fluido para diluir o lodo na concentração de 30% (Equação 7):

$$\begin{aligned} \text{Vazão necessária para diluir o lodo} &= \text{Vazão de lodo diluído} - \text{Vazão de lodo} \\ \text{Vazão necessária para diluir o lodo} &= 106,43 \text{ Ton/h} - 63,83 \text{ Ton/h} = 42,6 \text{ Ton/h} \end{aligned}$$

(7)

Com esse memorial de cálculo iniciou-se a análise do projeto, realizando o levantamento dos materiais necessário para o sistema de diluição do lodo:

Tabela 1 - Lista de materiais para fabricação e instalação do sistema.

Materiais			
Item	Descrição	Quantidade	UNID.
1	Bomba 5 CV, 20 MCA, 30 m ³ /h; motor 6 polos, 440 V e BACKPULLOUT.	1	Pç
2	Acionamento para bomba de 5 CV com cabeamento + serviço para passar cabo.	1	Pç

3	Tubo Aço inox 304 3", SCH 5S.	26	M
4	Tubo Aço inox 304 4", SCH 5S.	1,5	M
5	Tubo Aço inox 304 6", SCH 5S.	18	M
6	Curva aço inox 304 3", SCH 5S	3	Pç
7	Curva aço inox 304 4", SCH 5S	1	Pç
8	Curva aço inox 304 6", SCH 5S	4	Pç
9	Válvula borb. 4" EPDM, 125 LBS E ACIONAMENTO MANUAL	1	Pç
10	Válvula borb. 3" EPDM, 125 LBS E ACIONAMENTO MANUAL	2	Pç
11	Valvula Retenção. 3" portinhola dupla	1	Pç
12	Tanque de inox 1000 L, 3/16 x 304 comprimento 1,2 m x 1,0 diâmetro	1	Pç
13	Serviços de fabricação e Instalação	1	Pç

Fonte: Autoria própria, 2022.

Como trata-se de uma instalação teste, realizou-se com recursos e materiais já existentes para ter um menor custo. Assim, o motor e bomba utilizado era de outro sistema, onde foi realizado uma revisão.

Como a bomba não atende toda a vazão de caldo de prensagem gerada no sistema, foi necessário fazer um extravasor no tanque para que o caldo excedente transborde para o tanque de caldo filtrado ao lado.

Para realizar a interpretação e coleta de dados serão utilizados os relatórios fornecidos pelo banco de dados do laboratório da empresa, e o histórico do processo. Para apresentação dos dados serão utilizados gráficos, tabelas e imagens.

Os dados coletados foram da safra de 2021 e da safra de 2022, sendo que a safra inicia no mês de abril e finaliza em novembro. Portanto, como o sistema analisado teve seu início no mês de abril de 2022, não teve muitos dados para ser analisado e comparado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico são apresentados os resultados obtidos para o trabalho realizado, considerando a safra de 2021 e comparando com a safra de 2022. Conforme demonstra a Tabela 2, os resultados de perdas na POL dos filtros referentes aos meses de abril e maio da safra de 2021 comparando com a safra de 2022, teve uma redução em torno dos 16% na POL dos filtros, o mês de abril de 2022 foi a data partida do sistema de diluição do lodo com o caldo de prensagem. Indicando que conseguiu-se melhorar a extração de açúcares no lodo no processo de filtração.

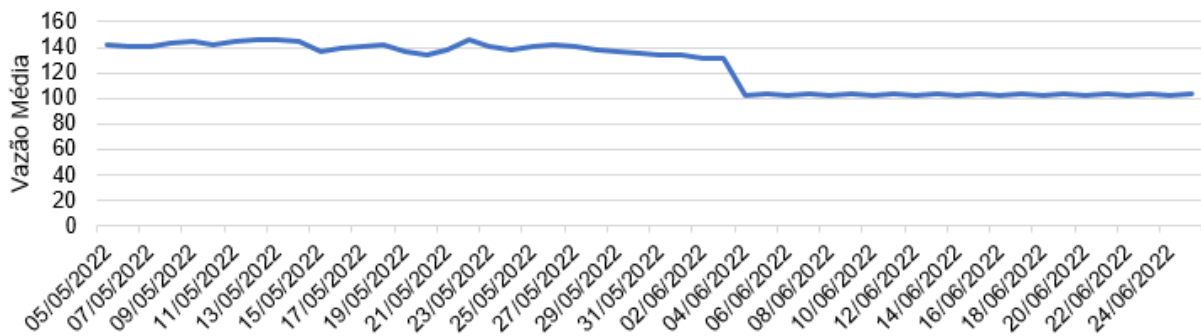
Tabela 2 – Dados da análise de POL da torta safra de 2021 e 2022 do filtro 01 e filtro 02 no processo de filtração do lodo na indústria sucroalcooleira.

Ano	Mês	Pol filtro 01	Pol filtro 02
2021	Abril	1,97	1,78
	Maio	1,76	1,77
	Junho	1,65	1,59
	Julho	2,2	2,2
	Agosto	2,54	2,25
	Setembro	2,66	2,43
	Outubro	2,56	2,24
	Novembro	1,76	1,64
2022	Abril	1,6	1,71
	Maio	1,51	1,46

Fonte: Fonte autoria própria, 2022.

Resultou-se também em uma diminuição de água no processo para evaporar, conforme mostra a figura 3, o volume de caldo filtrado em média no primeiro mês da safra, era de 139 m³/h, diminuindo no segundo mês para 105 m³/h. Obtendo uma diminuição de vazão em 25%, resultando em um menor consumo de vapor da planta.

Figura 9 - Gráfico mostrando as vazões em m³/h.



Fonte: De autoria própria, 2022.

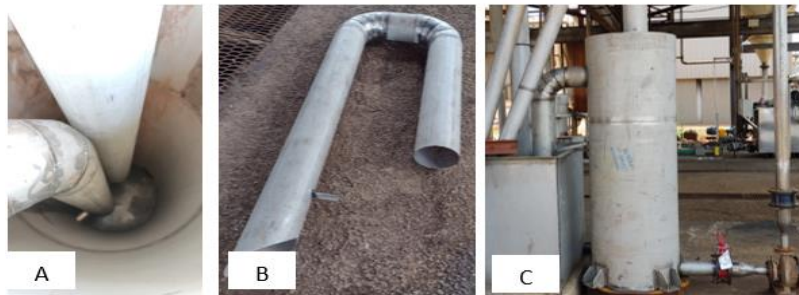
O sistema instalado, possui somente o acionamento do motor da bomba de caldo de prensagem na rede de operação do supervisor, tornando assim a operação manual, tendo que o operador realizar o controle de alimentação de diluição somente visual. Pois, não possui nenhum sistema de automação e nem medidor de vazão para facilitar a operação.

Outro fator, sem o medidor de vazão não é possível mensurar o quanto de vazão está entrando no sistema e nem fazer o acompanhamento para conseguir um registro do consumo deste caldo.

O conjunto motor e bomba instalada para esta aplicação, atendeu a demanda esperada, conseguindo diluir o lodo, mas como o volume de caldo de prensagem é maior que a vazão alcançada pela bomba, o caldo excedente é retornado para o tanque de caldo filtrado pelo extravasor. Afim de diminuir a quantidade de resíduo no

fundo do tanque do caldo de prensagem, foi realizado uma modificação no modelo do extravasor, aumentando sua extensão para 100 mm do fundo do tanque com sua ponta chanfrada para buscar succionar o resíduo decantado do fundo. A Figura 4 demonstra o sistema.

Figura 10 - Imagem da fabricação e instalação da extravassor.



Fonte: Autoria própria,2022.

- A) A imagem A, representa o extravasor direcionado para o fundo do tanque, assim, quando o nível do tanque ultrapassar seu limite será transferido a parte inferior que está com o resíduo decantado. A tubulação ao lado, é a interligação do caldo da zona de prensagem para o tanque.
- B) A imagem B, representa o extravasor fabricado.
- C) A imagem C, representa o tanque novo e suas interligações com o tanque de caldo filtrado.

Com a entrada do novo sistema de diluição, a água de limpeza de tela que passa por um sistema de decantação, antes era utilizada no filtro, agora é enviada para a embebição na moenda, diminuindo assim o consumo de água no processo. Outra mudança, é a água condensada que também era utilizada na diluição do filtro, agora ela é destinada também para a moenda, para controle da temperatura da água de embebição.

Outro ponto de ganho foi a diminuição do volume de caldo filtrado no processo, possibilitando assim, aumentar a embebição nos filtros prensa, buscando atingir uma recuperação maior no processo de filtração.

4. CONCLUSÃO

Para elaboração deste trabalho de conclusão de curso foi realizada uma análise de um projeto em uma empresa de grande porte do setor sucroalcooleiro, que atua nas áreas de produção de açúcar, etanol, cogeração de energia elétrica, saneantes e levedura.

Neste projeto foi analisado um modelo alternativo para as indústrias do ramo sucroalcooleiro em reaproveitar o caldo da zona de prensagem para diluir o lodo na etapa de filtração, buscando melhores resultados.

Foi possível alcançar os objetivos planejados, conseguindo separar o caldo da zona de prensagem, e direcioná-lo para o novo tanque e bombeá-lo para diluir o lodo até a concentração de 30% desejada.

Vale destacar que com essas mudanças tem-se resultados positivos no processo. Comparando os meses de abril e maio da safra de 2021 com a safra de 2022, pode ver uma diminuição aproximada de 25% de vazão de caldo filtrado e redução de 16% de perda na torta.

Ponto de melhoria para próxima etapa, será melhorar a automação do sistema, buscando ter leituras de vazão pelo COI (centro de operações integradas), e instalação de um inversor de frequência no motor, para controlar a vazão de alimentação automaticamente de acordo com a vazão de lodo dos decantadores, possibilitando uma melhor performance na operação dos filtros prensa a vácuo e alcançar resultados melhores na extração de açúcares do lodo.

REFERÊNCIAS

- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2011/2012, terceiro levantamento, dezembro/2011.** Brasília : CONAB 2011, 2011. 20p. Acesso em: 06 mar. 2013. Online. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/cana>. Acesso em: 30 out. 2021.
- COSTA, Marcela Avelina Bataghin et al. ECOEFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SETOR SUCROALCOOLEIRO. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 2, n. 4, p. 20-40, 2017.
- GOES, Tarcizio; MARRA, Renner; SOUZA, G. da S. Setor sucroalcooleiro no Brasil: situação atual e perspectivas. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2008.
- GONÇALVES, Karoline Yoshiko et al. Processo produtivo do etanol hidratado a partir da cana de açúcar. **IX EEPA**, p. 09, 2015.
- HUGOT, Emile. **Manual da engenharia açucareira.** Mestre Jou, 1969.
- LOPES, Cláudio Hartkopf; GABRIEL, Afra Vital Matos Dias; BORGES, Maria Teresa Mendes Ribeiro. **Produção de etanol a partir da cana-de-açúcar: tecnologia de produção de etanol.** 2011. 129 f.
- MAGRI, Nathalia Torres Corrêa. **Correlação entre a qualidade do caldo de cana-de-açúcar e infecção por Leifsonia xyli subsp. xyli agente causal do raquitismo das soqueiras.** 2020. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2020. doi:10.11606/T.11.2020.tde-13012021-153413. Acesso em: 2022-06-21.
- NACHILUK, K. Alta na Produção e Exportações de Açúcar Marcam a Safra 2020/21 de Cana. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 16, n. 6, jun. 2021, p. 1-5.
- PEREIRA, Gislene Garcia De Sousa. Custo de produção de cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista iPecege**, v. 1, n. 1, p. 81-102, 2015.
- REIN, Peter. **Engenharia do açúcar de cana.** Bartens, 2013.
- SLAID, Air. **O filtro prensa nas usinas e suas vantagens nos processos.** 2019. Disponível em:< <https://www.grupoairslaid.com.br/o-filtro-prensa-nas-usinas-e-suas-vantagens-nos-processos/>>. Acesso em 02 jun. 2022.
- TROMBETA, Natália de Campos; CAIXETA, José Vicente. Potencial e Disponibilidade de Biomassa de Cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do Brasil: indicadores agroindustriais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, p. 479-496, 2017.