

REDUÇÃO DO TEMPO DE DRENAGEM DE UMA CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO COM FOCO NA REDUÇÃO DO CUSTO DE MANUTENÇÃO UTILIZANDO-SE DA METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASOS

SILVA, Gustavo Chapani da¹

FORTE, Luiz Antonio²

RESUMO

Com foco em redução de custos e aumento da eficiência dos equipamentos nas empresas, tem levado o planejamento operacional apensar fora da caixa, este estudo propõe a resolução de um problema na fábrica de celulose Celulose Company localizada na cidade de Três Lagoas no estado do Mato Grosso do Sul, onde foi identificado o gargalo na atividade de drenagem da caldeira de recuperação, tal atividade demanda alto custo de manutenção e ocupa grande parte de indisponibilidade da caldeira para operação, tanto em parada emergencial quanto em parada geral programada. O objetivo geral da pesquisa tem como foco a redução do tempo de drenagem como também a redução do custo de parada deste equipamento. A explicação para este estudo é o recorrente elevado custo com paradas que tem trazido impacto para o financeiro, como também o impacto na produtividade devido ao tempo de indisponibilidade da caldeira. Através deste estudo de caso foi possível chegar nos resultados citados na conclusão deste trabalho, utilizando-se a metodologia de estudo de casos com a pesquisa em campo. Ao final do trabalho, foi possível chegar em um resultado satisfatório, onde houve a redução do tempo de parada da caldeira em 38% e uma redução do custo superior a R\$ 500.000,00.

Palavras-chave: Caldeira de recuperação, drenagem de caldeira, produtividade, redução de custo

1 INTRODUÇÃO

O tema da pesquisa para este projeto refere-se à redução de tempo de parada da caldeira com foco em redução de custos, o tema traz a importância na recapitulação de processos já existentes hoje, e remodelando de forma que possa gerar menores custos para a empresa, como também reduzindo impactos socioambientais. Alinhado ao propósito da engenharia de produção, podemos elevar o ganho de produtividade e reduzir perdas de processos que podem gerar prejuízos a companhia.

¹ Graduando em Engenharia de Produção UNINTER.

² Graduado em Engenharia Ambiental pela UTP e pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UTFPR

A pergunta que se faz sempre quando pensa em reduzir custos é, é possível reduzir tempo de atividade sem perder a qualidade do produto e economizando dinheiro? A resposta para esta pergunta será descrita ao longo desta pesquisa, de forma detalhada onde é possível identificar gargalos na produção que podem ser mudados.

O objetivo geral da pesquisa é buscar uma alternativa para a redução do tempo de parada da caldeira, de forma que não traga impactos a produção da empresa.

Para que possa chegar ao objetivo geral da pesquisa, é necessário traçar objetivos específicos ao estudo que irão nortear a pesquisa, portanto, é importante a (I) identificação de desvios em processo normal de operação, também a (II) identificação de desperdício de produtos ao decorrer do processo produtivo, (III) identificação de possíveis melhorias na produção, tanto operacional quanto de equipamentos, também a (IV) identificação de atividades repetidas ou desnecessárias a produção que causa atrasos, ou desperdício de matéria, e ao final (V) realizar análise de ganho de produtividade após identificação e atuação nestes pontos.

A justificativa para a escolha do tema, leva em consideração a possibilidade de redução do uso de recursos naturais, como a água para utilização no processo, como também a redução de perda energética que pode interferir no consumo de energia. Também propicia a criação de novas formas de trabalho, que possa gerar maior eficiência em uma empresa, causando menor impacto na produção e menor custo de atividade de manutenção, tal redução na perda da produtividade, traz como benefício a redução de captação de água, sendo assim reduzindo o impacto ambiental e trazendo benefícios a toda população como a fauna e flora.

O artigo está estruturado da seguinte forma. Na próxima seção, apresentamos uma forma geral a importância de uma caldeira em uma fábrica, seus impactos na perda de produção, como também a importância do tratamento de água eficiente e a redução de custo em uma linha de produção contínua, no qual existe muita dificuldade, devido altos custos com manutenção de equipamentos e insumos para a produção onde o foco foi na redução de erros e desperdícios. Em metodologia, utilizamos o estudo de casos com pesquisa em campo, a fim de coletar uma grande quantidade de informação. Na seção resultado e discussões, trazemos

a ideia de implementar o sistema de drenagem auxiliar, como alteração dos procedimentos operacionais que buscaram diminuir falhas e desperdícios. E finalmente avaliamos todas as ações e apresentamos a conclusão da viabilidade da implementação do projeto.

2 A IMPORTÂNCIA DE UMA CALDEIRA E SUA FUNÇÃO EM UMA FÁBRICA

Caldeiras de recuperação são, do ponto de vista de processos e do ponto de vista de segurança, um equipamento de extrema importância dentro de uma indústria. A indisponibilidade deste equipamento pode levar a uma parada geral da fábrica, com prejuízos significativos tanto do lado econômico como de processo, além do ponto de vista da segurança das pessoas e do ponto de vista patrimonial.

Vakkilainen (2005) explica que caldeiras de recuperação química utilizam o licor negro como combustível. Esse licor concentrado, com teor de sólidos secos normalmente na faixa de 70% a 85%, contém resíduos orgânicos de madeira dissolvidos juntamente com os químicos de cozimento aplicados no digestor. Quando em combustão, a porção orgânica do licor produz grande quantidade de calor, que leva à produção de vapor de alta pressão para as turbinas a vapor com gerador elétrico acoplado ao eixo, chamados de turbogeradores na fábrica.

A combustão da parte orgânica do licor gera o vapor de processo utilizado na fábrica, enquanto a parte inorgânica forma o *smelt* (*Smelt* é um fundido composto por carbonato e sulfeto de sódio com temperatura superior à aproximada de 1000 °C) no fundo da fornalha. Com a queima de matéria orgânica do licor negro, diminui-se uma parcela dos problemas que existiriam com a necessidade de eliminar os resíduos sem que afetem o meio ambiente. O vapor gerado para processos com essa queima é utilizado na fabricação do papel, na extração da celulose e também na geração de energia para toda a fábrica. (SILVA, 2016).

Portanto, a caldeira de recuperação, tem grande influência em uma fábrica de celulose, além da produção de cal para a recuperação química do produto, também auxilia na remoção de resíduos e gera vapor para a produção de energia, tornando a fábrica uma empresa sustentável energeticamente e podendo até realizar a revenda desta energia excedente.

2.1 IMPACTOS NA PERDA DE PRODUÇÃO

Segundo o autor Cardoso (1998) O Brasil é o sétimo produtor mundial de celulose e o décimo segundo maior produtor de papel, além de ser um dos quinze maiores mercados consumidores, este setor de papel e celulose também apresenta importante destaque em termos de inserção internacional e de geração de divisas para o país. Segundo dados do Ministério da Ciência e Tecnologia, em 1997. exportaram-se 2,3 toneladas de celulose e 1,3 milhão de toneladas de papel com faturamento nacional de US\$ 1,7 bilhão e de US\$ 1,3 bilhão, respectivamente.

Segundo Junior e Miranda (2014) Existe uma série de utilidades que se dá aos produtos e subprodutos da celulose, e essas aplicações estão cada vez mais sendo maximizadas mediante ao avanço tecnológico que impacta diretamente na maneira em que se processa a celulose.

Ainda segundo o autor as aplicações técnicas destes materiais são encontradas em fibras, filmes fotográficos, substitutos de vidro, ligas para tintas ou pastas de papel, adesivos, sabonetes e resinas sintéticas. Um grande consumidor é a indústria da construção civil, que emprega gesso, cimento, pasta para papel de parede ou adesivos especiais com espessantes à base de celulose.

A grande demanda dessa matéria traz um olhar clínico para a operação de fábrica, a busca do aumento da produtividade, para que possa atender a demanda do mercado externo e interno.

A necessidade de combater as perdas nos processos deve-se a não agregação de valor ao produto, bem como a geração de custos, motivando, em algumas situações, o comprometimento à competitividade da organização (MACHADO, 2014).

As perdas de produção como, falta de adição de químicos gera o branqueamento da celulose inadequado, tornando a celulose de baixa qualidade, conseqüentemente um produto que não pode ser comercializado externamente, este produto é um valor gasto que não pode ser repassado ao comprador final, portanto, todo o desperdício não pode ser contabilizado ao produto.

Shingo (1996), em seu estudo afirma que os defeitos geram desperdícios em si mesmos causando problemas no processo de produção. Assim, para o desenvolvimento do STP é vital a utilização de práticas que possibilitem atingir o índice de defeitos zero.

Portanto, a realizar a redução no tempo de drenagem da caldeira, deve-se levar em conta, possíveis perdas de matéria, como também e perda de vapor, podendo interferir na sua geração de energia.

2.3 MELHORIA CONTINUA

A gestão de custos se tornou uma ferramenta crucial para a sobrevivência de muitas empresas. Mas não basta reduzir custos. É preciso administrá-los de modo a reforçar o posicionamento estratégico e fazer isso junto com clientes e fornecedores. (Cooper e Slagmulder, 2003).

Com o foco na redução de tempo de drenagem da caldeira e a possível perda de matéria no processo de drenagem, deve-se pensar na melhoria do processo, analisar possíveis gargalos operacionais que podem ser revertidos em eficiência operacional. Diversos outros pontos devem ser observados além de perda material.

Outros possíveis geradores de custos, como fornecedores e clientes, são ignorados. Os custos a eles associados são tratados como despesas indiretas gerais e arbitrariamente atribuídos aos produtos, ou então como custos do exercício e lançados diretamente no demonstrativo de resultados. O problema dessa abordagem é que os custos externos ao processo de fabricação não podem ser administrados com eficácia porque os motivos para sua ocorrência são mascarados pela forma como eles são tratados pelo sistema de custos da empresa. (Cooper e Slagmulder, 2003)

2.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E SEUS IMPACTOS

As ETA's (Estação de Tratamento de Águas) têm crescido consideravelmente nos últimos tempos. A ETA tem por seu objetivo a captação de água através de rios de água doce, e realizando o tratamento até tornar-se potável para consumo humano.

No Brasil, o tratamento da água é feito através do processo convencional de ciclo completo tendo as fases de: captação, coagulação, floculação, decantação, filtração e cloração. A consequência desses processos é a geração de subprodutos, os resíduos sólidos conhecidos como o lodo: uma torta densa e viscosa, que é um

grande problema ambiental caso não seja destinado corretamente. Tomando por base que a geração de resíduo de ETA é de 5% sobre a produção de água por dia (ANDREOLI, 2001).

Outro fator da interação com o meio ambiente é, devido ao alto consumo de água em uma planta industrial, o seu consumo elevado pode causar escassez do sistema hídrico na cidade e por demais cidades onde este rio passe. Causando sérios problemas ambientais e para o homem.

A qualidade da água bruta, os produtos químicos empregados no tratamento, a concepção e o projeto da ETA e as condições operacionais são de fundamental importância para que o funcionamento dos sistemas seja ambientalmente correto. A água foi considerada um dos pontos fundamentais do ano 2000 e a constatação de sua possível escassez, em alguns pontos do Brasil, torna mais evidente a necessidade de discussões mais profundas sobre o tema (ANDREOLI, 2001).

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para este trabalho é o estudo de casos com pesquisa em campo, onde o estudo será realizado na empresa Celulose Company, empresa sediada no Brasil, na cidade de Três Lagoas, no estado de Mato Grosso do Sul. A empresa de estudo é responsável pela fabricação de celulose, com produção diária de 9.500 toneladas dia, e com um quadro de funcionário de 3.000 empregados. A Celulose Company é de grande importância para a região, pois, gera empregos direto e indireto, e entrega benefícios a população da região.

Em observação a operação da fábrica, foi proposto a redução de custos com parada de caldeira, no qual, traz custos elevados a cada intervenção na mesma. Além de custos com a manutenção e mão de obra, existe também a perda de produtividade com a parada, trazendo quebra da produção e perda de matéria em processo de transformação.

Com o objetivo de reduzir o tempo de drenagem da caldeira de recuperação e conseqüentemente atingir a redução de custos, foi traçado uma linha para análise dos casos e diretrizes para realizar a coleta de dados.

A obtenção de dados, ocorrerá através de duas fontes principais, uma delas serão geradas online no painel de controle, onde todas as informações de equipamentos e fluxo são amostradas. Através do painel de controle, é possível obter: tempo de drenagem de caldeira nos últimos 5 anos, curva de resfriamento da caldeira, capacidade de produção da caldeira, quantidade de químicos utilizados para queima.

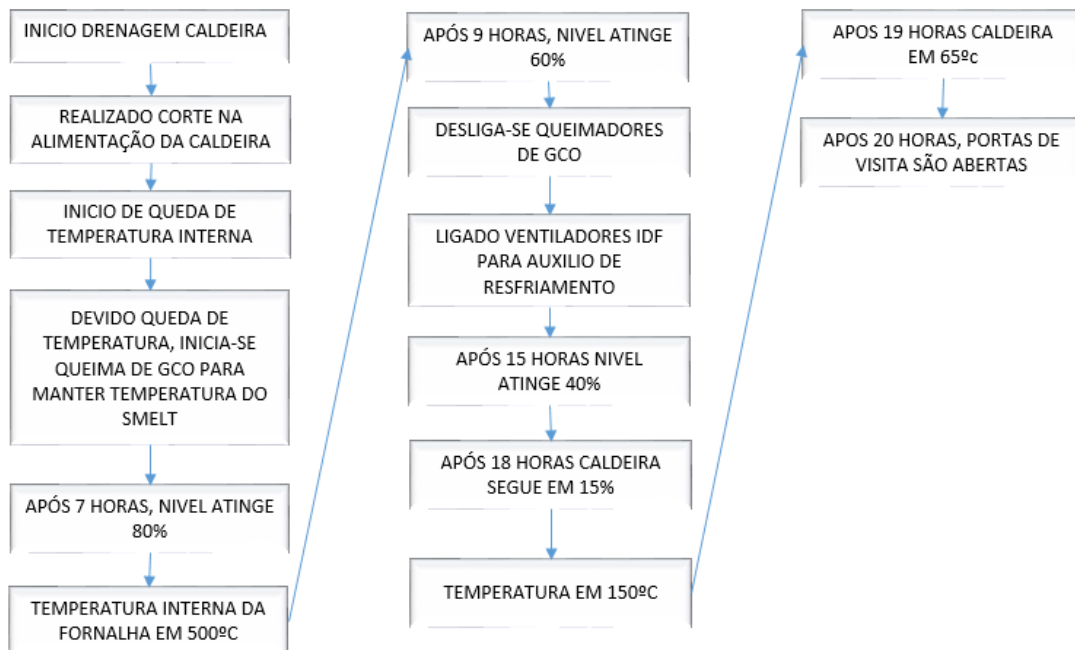
Outra fonte de dados, ocorrerá pela plataforma SAP, onde fica armazenado os dados financeiros da empresa, nela é possível saber custos atuais e retroativos da empresa como: gastos com químicos, tempo de compra entre os abastecimentos de químicos, custo de mão de obra, custo de material para manutenções, custo de alugueis de equipamentos e mão de obra terceiros. Todas essas informações são necessárias para formar a base do estudo.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Com os planos de estudo traçados e norteados, foi iniciado o estudo, e abaixo foi listado o fluxo normal de operação da caldeira para sua drenagem.

Abaixo é possível visualizar o fluxograma 1 referente ao procedimento de drenagem de caldeira em processo normal.

Fluxograma 1 – Processo de Drenagem de Caldeira



Autoria Própria (2022)

No fluxograma é possível observa diversas melhorias a serem realizadas, após a implementação do sistema de drenagem auxiliar, no qual terá redução de produtos, e aumento da eficiência da drenagem.

Para o estudo, está previsto as seguintes etapas para a implementação do estudo.

- (I) Identificação de desvios operacionais: dará início com a identificação de desvios no processo de operação, com foco na análise clinica das manobras em área, e manobras realizadas pelo operador de painel. Com base em análises do painel de controle e acompanhamento de manobras em área, será feito registros e anotações de todas as manobras que podem ser acrescentadas ou retiradas do procedimento operacional.
- (II) Identificação de Desperdícios: Após a análise do processo de operação, será analisado possível perda de matéria proveniente do processo, como também desperdícios de químicos. Está analise será importante para computar os valores que a companhia pode evitar gastar ao longo dos anos após a implementação.
- (III) Identificação de possíveis melhorias: após as análises de processo e percas de produção, será traçado um plano de melhoria de processo, nesse plano, será enquadrado manobras operacionais, adição ou remoção de produtos para aumento da eficiência e o estudo ao longo prazo.
- (IV) Análise de eficiência de equipamentos auxiliar: com a intenção da drenagem auxiliar, serão instaladas bombas auxiliares para acelerar a drenagem da caldeira, e ao fim da atividade, analisar tempos e melhorias a serem realizadas.
- (V) Análise de ganho de produtividade e redução de custos: com as análises concluídas, toma-se como norte a implementação e possíveis redução de custo, para o projeto, a base para a redução de custos é de aproximadamente R\$ 700.000,00, e redução de tempo de drenagem em 8 horas.

Este estudo traz benefícios não só a companhia, mas também a toda população da região, com a menor captação de água e otimizando os recursos disponíveis, como também a diminuição do impacto ambiental com a interação do meio ambiente.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DE DESVIOS OPERACIONAIS

Para o início das análises, foi realizado um acompanhamento operacional das atividades relacionadas ao processo de drenagem da caldeira de recuperação, também foram solicitados os P.O. (Procedimento Operacional) da drenagem, para realizar o comparativo do projeto para o real em área.

Ao decorrer das análises, foi possível observar a discrepância em realizar manobras entre um turno e outro, onde cada operação buscava uma melhor forma de realizar a atividade. Também foi observado o não seguimento de partes dos P.O., podendo interferir no objetivo final que é a drenagem.

Tal discrepância nas manobras por parte da operação ocorre pelo fato da caldeira já possuir idade avançada, e conseqüentemente, algumas manobras não possuem mais eficiência na drenagem, e por esse motivo, cria-se uma lacuna no PO, abrindo brechas para o não seguimento do procedimento.

Portanto, foi identificado a necessidade de atualização do Procedimento Operacional para o cenário atual da caldeira. Também foi identificado a necessidade de manutenção de válvulas manuais, e válvulas instrumentadas inoperantes, forçando a realizar uma manobra alternativa. Sendo assim necessário um apoio da manutenção para resolução de problemas operacionais.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DE DISPERDÍCIOS

No processo de drenagem da caldeira, em operação normal, pode-se levar até 24 horas para sua drenagem e abertura da porta de visita da fornalha. Em análise da drenagem, pode se observar a seguinte condição. Durante o processo em que o Smelt desce por gravidade até sua saída, é mantido o IDF (ventilador de pressão negativa da caldeira) em operação, com o IDF ligado, interferia na temperatura no interno da caldeira, fazendo com que o smelt perdesse calor, e começasse a enrijecer, tornando seu escoamento mais lento. Com isso, inicia-se a

queima por GCO, para manter a temperatura do smelt elevada para auxiliar na drenagem. Com isso, eleva-se o custo de GCO e energia com os IDF's ligado.

Outro ponto de desperdício identificado foi o tempo da caldeira fora de operação. Devido a mesma não estar produzindo, era necessário realizar a limpeza de diversas linha e equipamentos com água, como também, o mantimento de produtos em aquosidade para evitar a cristalização de matéria. Com isso consequentemente ele-se o consumo de água na fábrica e tornando o produto final mais elevado e pouco interessante ao consumidor final.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DE POSSIVEIS MELHORIAS

Após análise de todos os processos, foram listados diversos pontos relevantes para melhoria tanto operacional, quanto financeiro.

Primeiro ponto para a melhoria identificado foi a necessidade de atualização dos procedimentos operacionais, trazendo para a condição atual da caldeira, permitindo a realização de manobras dentro dos parâmetros permitidos de segurança. Outro ponto de melhoria identificado é a necessidade de manutenção em linhas que hoje são inoperantes e em P.O., são rotas de manobra. Portanto, é importante garantir o funcionamento de todos os instrumentos e válvulas.

Outro ponto para melhoria são os voltados a desperdícios. Nestes houve bastantes gargalos com foco na melhoria, nestes estão inclusos.

Temperatura no interno da caldeira: durante o processo de drenagem, foi observado que o IDF foi colocado em operação para manter a caldeira negativa, consequentemente a temperatura interna da fornalha reduz, e smelt fica mais viscoso, tornando seu escoamento mais demorado, com esta condição é colocado em operação o queimador de GCO, para auxiliar na elevação da temperatura da fornalha, consequentemente aumentando o custo de GCO. A alternativa para isto é evitar o acionamento do IDF até sua drenagem em 80%, isso traz ganhos na redução do uso de GCO como também na economia de energia dos IDF's ligados.

Mais um fator identificado como desperdício é o uso de água de fábrica tratada, devido à parada da caldeira, é necessário a limpeza de linhas e o mantimento de fluidos em mistura aquosa elevando o consumo de água da fábrica. O ponto de melhoria apresentado para esta condição é a substituição de limpeza de

linha com água, por ar comprimido, assim reduzindo o consumo de água e reduzindo a captação de água do rio.

Para redução da temperatura interna da fornalha, ao fim da drenagem, quando chega a 10%, são posicionados motores de ar refrigerado de frente aos IDF's, na intenção de enviar ar gelado para dentro da fornalha, reduzindo o tempo de resfriamento da caldeira. Também será instalado bombas para auxílio de drenagem nas bicas da caldeira. Um total de 12 bombas e 12 lanças para auxílio da drenagem do smelt.

Motor elétrico trifásico ABB 250CV/184kW com rotação nominal de 1785 rpm acoplado a uma lança de rosca modelo deslocamento positivo inverso, com 3 metros de comprimento e tamanho interno de 4 polegadas (10,16 cm). Alimentação das bombas é através de comando logico ABB programado, tensão 380V e sistema de indicação de temperatura interna da bomba. Quantidade total de 12 motores e 12 lanças de modelo deslocamento positivo inverso que serão alocadas uma em cada bica da caldeira conforme mostrado nas imagens abaixo nas figuras 1, 2 e 3.

Figura 1 – Bombas de Drenagem Auxiliar



Autoria Própria (2022)

Figura 2 – Painel Programável



Autoria Própria (2022)

4.4 ANALISE DE EFICIENCIA DOS EQUIPAMENTOS AUXILIAR

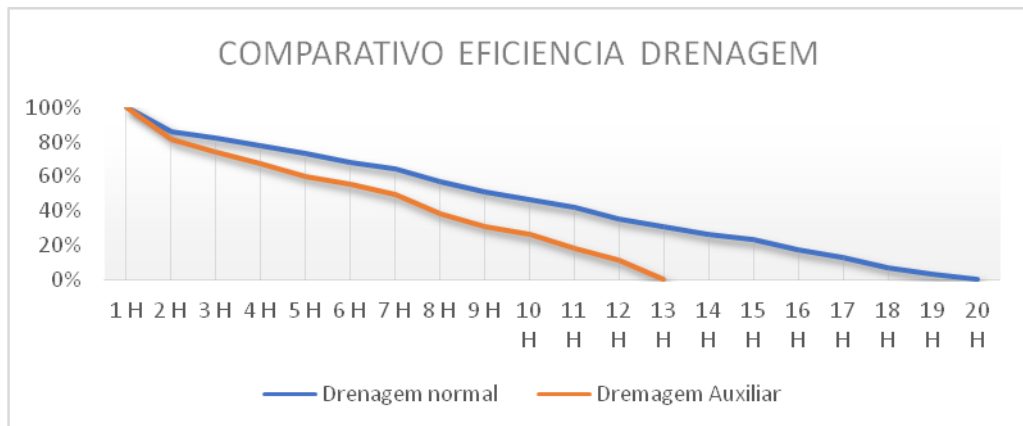
Na parada programada foram utilizadas bombas auxiliares de drenagem, as bombas tinham por objetivo auxiliar a drenagem da caldeira realizando ciclos de funcionamento, entre extração e soprador para resfriar o eixo de sucção da bomba.

Durante a drenagem foram colocados em prática os estudos tomados por base de artigos já publicados e conforme estão descritos na seção da introdução. Devido à falta de artigos relacionados especificamente sobre drenagem, as tomadas de decisão neste trabalho foram inéditas.

Diante do cenário, a drenagem teve grande evolução com a implementação do estudo, como a mudança dos procedimentos operacionais, a realização de manutenções corretivas e a redução do consumo de químicos no momento da drenagem. Ao final obteve-se a redução de tempo de drenagem em 7 horas, levando um ganho significativo para a produção, como também financeiro.

Conforme descrito no gráfico 1 abaixo, é possível ver a diferença na curva de redução de nível x tempo.

Gráfico 1 - Gráfico comparativo da curva de redução



Autoria Própria (2022)

Conforme Figura 3 abaixo, é possível observar as bombas auxiliares em operação, instaladas nas bicas da fornalha.

Figura 3 - Bombas Auxiliar em operação



Autoria Própria (2022)

4.5 ANALISE DE GANHO DE PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DE CUSTO

Ao final de todo o trabalho realizado na empresa Celulose Company, com identificação dos gargalos, análise de processo, implementação de bombas auxiliares e análise da redução do tempo de caldeira, é possível realizar uma análise de ganho de produtividade e redução de custo.

Concluiu-se que devido à redução do tempo de parada da caldeira, interferiu não somente em químicos e redução de consumo, mas também na redução de mão de obra externa, como também no desvio de vapor, devido à caldeira ficar com

menor tempo de parada, e com sua retomada em curto prazo, verificou-se que houve ganho nos turbo geradores, reduzindo o custo com compra de energia.

Abaixo é possível observar no quadro 1 as reduções mais significativas da área.

Quadro 1 - Comparativo de horas paradas

Horas parado	Drenagem normal		Drenagem Auxiliar	
	20		13	
	Valor unitario	Valor hora parado	Valor unitario	Valor hora parado
Cal Virgem ton/Dia	R\$ 23.000,00	R\$ 23.000,00	R\$ 23.000,00	R\$ 23.000,00
H.H M.O Terceira	R\$ 3.458,00	R\$ 69.160,00	R\$ 3.458,00	R\$ 44.954,00
Desvio de Massa branca m³/h	R\$ 7.899,00	R\$ 157.980,00	R\$ 7.899,00	R\$ 102.687,00
Desvio de Licor negro m³/h	R\$ 5.755,00	R\$ 115.100,00	R\$ 5.755,00	R\$ 74.815,00
perca energetica MW/h	R\$ 48.000,00	R\$ 960.000,00	R\$ 48.000,00	R\$ 624.000,00
H.H M.O. Calderaria	R\$ 4.500,00	R\$ 90.000,00	R\$ 4.500,00	R\$ 58.500,00
H.H M.O. Mecanica	R\$ 3.800,00	R\$ 76.000,00	R\$ 3.800,00	R\$ 49.400,00
	Total	R\$ 1.491.240,00	Total	R\$ 977.356,00

Redução de valor em 7 horas	R\$ 513.884,00
------------------------------------	-----------------------

Autoria Própria (2022)

O valor do montante reduzido em apenas 7 horas foi de R\$ 513.000,00, uma redução expressiva, e de grande impacto na empresa.

Ao sentido contrário da redução de custo, foi analisado o custo de investimento do sistema auxiliar de drenagem, no qual gerou a redução do seu tempo de drenagem. Para a implementação foi utilizado motores específicos para a atividade, como também lanças capazes de suportar a temperatura e realizar a atividade sem interrupções, também foi necessário a criação de um painel programado para a realização das manobras de forma automática e sincronizadas. Por este motivo, o custo elevado para a implementação deste sistema. Abaixo é possível analisar o quadro 2 com os custos necessários para a implementação.

Quadro 2 - Gastos Implementação

	Valor	Quantidade	Total
Motor ABB 250CV	R\$ 88.689,00	12	R\$ 1.064.268,00
Transporte	R\$ 4.500,00		R\$ 4.500,00
Lança sucção	R\$ 2.350,00	12	R\$ 28.200,00
			R\$ 1.096.968,00

Autoria Própria (2022)

A curto prazo, o investimento para a implementação pode parecer um custo extraordinário, visto que o foco do estudo é a redução de custos e não o aumento. Porém, o que deve ser analisado é o custo ao longo prazo para a companhia, podendo considerar que pode ocorrer mais de uma parada de caldeira no ano, desta forma anulando o custo e tornando viável a implementação.

Abaixo é possível analisar no quadro 3 a progressão de ganho financeiro ao longo prazo, considerando que ocorra apenas uma parada de caldeira ao ano.

Quadro 3 - Retorno financeiro em 5 anos

Custo Investimento	R\$ 1.096.968,00				
Economia Parada	R\$ 513.884,00				
	1 Ano	2 Anos	3 Anos	4 Anos	5 Anos
Rertorno Financeiro	-R\$ 583.084,00	-R\$ 69.200,00	R\$ 444.684,00	R\$ 958.568,00	R\$ 1.472.452,00

Autoria Própria (2022)

É possível identificar que ao longo de 5 anos, o ganho financeiro ultrapassa o valor investido na implementação da drenagem auxiliar, tornando o projeto viável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluindo o trabalho, foi possível chegar as seguintes considerações finais. As hipóteses levantadas no início deste trabalho, foram atingidas em quase sua totalidade. Onde foi possível identificar a maior parte dos gargalos da operação, trabalhar na sua correção e implementar um sistema auxiliar, porem houve um custo elevado para essa implementação, a curto prazo, o objetivo de redução de custo não foi atingido, porem quanto ao tempo na redução da drenagem foi alcançada.

Quanto a pergunta do estudo “é possível reduzir tempo de atividade sem perder a qualidade do produto e economizando dinheiro?” Chegou-se à conclusão que sim, é possível reduzir o tempo de atividade da caldeira sem perder a qualidade do produto. Quanto a parte de pergunta “economizando dinheiro” é necessário analisar o foco temporário da redução, a curto prazo, não é possível realizar essa economia, quanto a longo prazo, o lucro é maior que o investimento.

A opinião do autor frente aos resultados obtidos é satisfatória, porém, é necessário estudar a fundo a questão sobre a estrutura da fornalha quanto a redução de temperatura brusca, devido ao fato do pouco oferecimento de artigos relacionados, a busca neste campo é totalmente nova, portanto, para cada melhoria, deve-se analisar possíveis problemas a longo prazo. Com isso o autor deixar como a sugestão de estudo com foco no aprimoramento de estudos futuros.

Outra sugestão para os próximos estudos, é importante acrescentar a possibilidade de antes da parada da caldeira, realizar um estoque de matéria, para que por um tempo, ainda possa ser possível produzir cal recuperada, mesmo com sua caldeira fora de paralelo, como também a otimização de energia na fábrica para redução do custo de compra com energia externa, tornando a parada mais sustentável e eficiente.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, Cleverson Votorio. **Aproveitamento do Lodo Gerado em Estações de Tratamento de Água e Esgotos Sanitários, Inclusive com a Utilização de Técnicas Consorciadas com Resíduos Sólidos Urbanos.** [s.l.: s.n.], 2001. Disponível em: <<https://salommao.com.br/wp-content/uploads/2022/04/Residuos-Solidos-do-Saneamento-Processamento-e-Disposicao-Final.pdf#page=140>>. Acesso em: 5 out. 2022.

CARDOSO, Marcelo. **ANÁLISE DA UNIDADE de RECUPERAÇÃO DO LICOR NEGRO de EUCALIPTO ·NO PROCESSO “KRAFT”, AVALIANDO ALTERNATIVAS de PROCESSAMENTO.** [s.l.: s.n.], 1998, repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=477015. Accessed 22 Dec. 2022.

COOPER, Robin, and SLAGMULDER, Regine. **Redução de Custos Com Inteligência.** [s.l.: s.n.], 2003. Disponível em: http://ole.uff.br/wp-content/uploads/sites/269/2019/05/Texto_1_Gest%C3%A3o_Intelig%C3%Aancia.pdf . Acesso 3 Dec. 2022.

JUNIOR, Luis Carlos de Souza Ferreira, and MIRANDA, Cleidiane Souza. **PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE as COMPOSIÇÕES de DERIVADOS de CELULOSE E CELULOSE NA ÁREA MEDICINAL.** 1 July 2014, . Disponível em: periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/11430/8257. Accessed 29 Dec. 2022.

MACHADO, Claralúcia Prates. **Perda por ruptura em gôndola: uma análise do Sistema Toyota de Produção, na indústria alimentícia e no varejo supermercadista.** [s.l.: s.n.], 2014. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1078/586>>. Acesso em: 5 out. 2022.

SHINGO, S. **SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO DO PONTO DE VISTA DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.** [s.l.: s.n.], 1996. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3-omDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Shingo+\(1996\),+&ots=h_umxkhcXm&sig=zKNjp_79zJ7zq18OYu5pz_IJ8RQ#v=onepage&q=Shingo%20\(1996\)%2C&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3-omDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Shingo+(1996),+&ots=h_umxkhcXm&sig=zKNjp_79zJ7zq18OYu5pz_IJ8RQ#v=onepage&q=Shingo%20(1996)%2C&f=false)>. Acesso em: 5 out. 2022.

SILVA, Rodrigo Moreto. **Estudo de aumento de eficiência e produção de uma Caldeira de Recuperação Química** [s.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/155426/000883054.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 2 Mar. 2022.

VAKKILAINEN, EK **Caldeiras de recuperação Kraft - Princípios e prática.** Valopaino Oy, Helsinque, Finlândia: Suomen Soodakattilayhdistys ry, 25 mar. 2005. Disponível em: <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/111915/KRBFULL.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em: 2 ago. 2022.