



GUSTAVO DALIA FORESTI

**IMPACTOS DAS PARADAS NOS CUSTOS DE UMA USINA DE
BENEFICIAMENTO DE ALGODÃO: UM ESTUDO DE CASO**

LAVRAS – MG

2023

GUSTAVO DALIA FORESTI

**IMPACTOS DAS PARADAS NOS CUSTOS DE UMA USINA DE
BENEFICIAMENTO DE ALGODÃO: UM ESTUDO DE CASO**

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

Prof. Titular Dr. Frederico Faúla de Sousa

Orientador

LAVRAS – MG

2023

DEDICATÓRIA

Dedico esta vitória primeiramente a minha mãe e meu irmão, que sempre estiveram ao meu lado e a toda minha família, professores e amigos que fiz durante todos estes anos da minha graduação.

AGRADECIMENTOS

O caminho para chegar até aqui não foi fácil, vitórias e decepções fizeram parte do meu cotidiano e me prepararam para ser quem eu sou hoje. Para além da minha força de vontade, queria deixar claro que sem o apoio de minha família, minha mãe, irmão e amigos, nada disso seria possível, portanto, agradeço a eles do fundo do meu coração por sempre me ampararem nos momentos difíceis e me dar motivação para seguir em frente. Aos meus amigos de minha cidade natal, colegas de república, lhes agradeço imensamente pela parceria e respaldo nos momentos bons e ruins. Ao meu orientador e professor Frederico Faúla de Sousa fica o meu agradecimento pela oportunidade e apoio para realização deste trabalho e por me preparar para o que vem pela frente, muito obrigado pela parceria, aprendizados que me foram passados e pela paciência para me ajudar a concretizar este objetivo da minha vida, seus ensinamentos e conselhos foram de extrema importância para o desenvolvimento de nosso projeto. Agradeço às pessoas que fizeram parte da minha trajetória de estágio, em especial minha coordenadora Kelli. Por fim gostaria de agradecer a todos que de alguma forma fizeram parte desta caminhada na busca dos meus objetivos, tudo que acontece em nossas vidas tem um propósito e nos faz evoluir de alguma forma, o que nos resta é tentar absorver da melhor maneira possível as adversidades da vida, espero ter ajudado na caminhada de alguém da mesma forma que ajudaram na minha. Muito obrigado.

RESUMO

O algodão é uma cultura de importância desde tempos antigos. Teve sua origem na Ásia e depois se expandiu pela Europa e pelo mundo. O Brasil atualmente se destaca como um dos maiores produtores de algodão, ocupando o terceiro lugar mundial na produção de pluma, com 7,36 milhões de toneladas de algodão em caroço na safra 22/23, representando um faturamento alto para economia nacional e com indícios de crescimento para safra 23/24. Dentro da cadeia produtiva do algodão, o beneficiamento se destaca. Com o objetivo de limpar e retirar o caroço das fibras com o mínimo de dano, ele pode apresentar custos altos de operação. No processo de beneficiamento são gerados produtos como a pluma, caroço, casquinha e fibrilha, todos com possibilidade de comercialização. Em uma fazenda do Mato Grosso foi coletado dados de interrupções nas atividades por parada de equipamento e custos de operações para serem analisados. A pesquisa envolveu uma análise de cada etapa do beneficiamento do algodão, destacando principalmente, as implicações financeiras associadas a interrupções nas operações da algodoeira. Foi contextualizado o ambiente do estudo, como a cultura do algodoeiro, sistemas de cultivo, produtos gerados e sua qualidade, etapas do processo de beneficiamento e mão de obra. Com toda análise e vivência prática, foi elaborado considerações técnicas abordando a importância de uma gestão técnica e eficiente, além de ressaltar o papel do engenheiro agrícola.

ABSTRACT

Cotton is a historically significant crop that originated in Asia and later spread across Europe and the world. Currently, Brazil stands out as one of the largest cotton producers, ranking third globally in lint production with 7.36 million tons of seed cotton in the 22/23 harvest. This represents a substantial contribution to the national economy, with indications of further growth in the 23/24 harvest. Within the cotton production chain, the ginning process holds prominence. Aimed at cleaning and separating seeds from fibers with minimal damage, ginning can incur high operating costs. The ginning process generates products such as lint, seed, linters, and fibers, all with potential for commercialization. Data on equipment downtime and operating costs were collected from a farm in Mato Grosso for analysis. The research involved a detailed examination of each stage of the cotton ginning process, with a particular focus on the financial implications associated with interruptions in gin operations. The study provided context to the research environment, including aspects such as cotton cultivation, cultivation systems, generated products and their quality, ginning process stages, and labor. Through comprehensive analysis and practical experience, technical considerations were developed, emphasizing the importance of effective technical management and highlighting the role of agricultural engineers.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO	8
3 ESTUDO DE CASO	9
3.1 Localização	9
3.2 Cultura do algodão	10
3.3 Beneficiamento.....	11
3.4 Sistema de cultivo	12
3.5 Produtos gerados	12
3.6 Qualidade	13
3.7 Etapas e equipamentos do beneficiamento do algodão:.....	15
3.7.1 Descarregamento e alimentação.....	16
3.7.2 Pré-limpeza	22
3.7.3 Descarçamento	29
3.7.4 Limpeza.....	31
3.7.5 Prensagem	35
3.7.6 Instalações elétricas.....	39
3.7.7 Fluxograma e layout.....	41
3.8 Colaboradores.....	43
3.9 Paradas	48
3.9.1 Embuchamento.....	49
3.9.2 Desmanchador de módulos	51
3.10 Reposição de material	53
3.11 Custos.....	55
3.12 Análises	56
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

O controle da eficiência em equipamentos agroindustriais desempenha um papel crucial na otimização dos processos agrícolas e no aumento da produtividade. Ele permite identificar e corrigir possíveis falhas ou desgastes precoces, assegurando que os equipamentos estejam sempre funcionando, além de gerar dados para realização de redução e gestão de custos.

Este trabalho aborda um estudo de caso de situações reais ocorridas durante o período de estágio realizado em um grupo agrícola, na usina de beneficiamento de algodão de uma fazenda localizada no estado de Mato Grosso.

As situações analisadas são de algumas interrupções no processo do beneficiamento por conta de danos e reparos em equipamentos, além das necessidades de reposições de materiais. Foram coletados dados da usina (termo utilizado no local) sobre o tempo das paradas, o equipamento e seu motivo além de valores monetários de alguns custos da usina.

O presente relatório apresenta a cotonicultura, principalmente dados de área plantada e valores de venda da fibra do algodão com uma breve descrição da histórico do beneficiamento. É apresentado características do local de estudo, desde sua localização até o clima da região. É descrito também o sistema de cultivo que a fazenda realiza, os produtos gerados com o beneficiamento do algodão e um pouco de informações sobre a qualidade do algodão.

Para auxiliar a contextualização do local do estudo, são abordadas todas as etapas do beneficiamento e equipamentos presentes na usina, os diversos cargos e funções que estão presentes nas atividades e feito um layout com as disposições dos equipamentos e o fluxo do algodão na unidade.

2 OBJETIVO

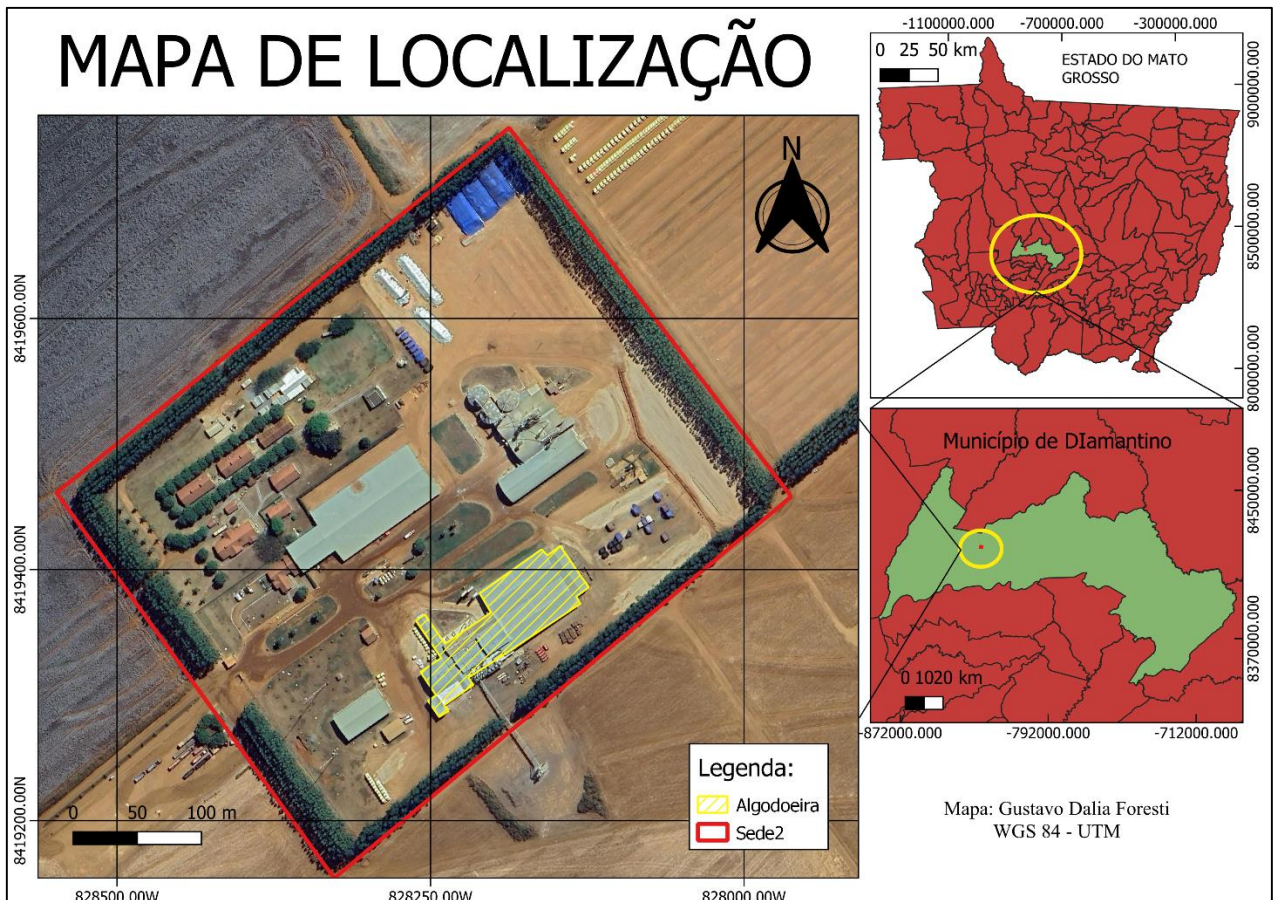
Esse trabalho tem como objetivo levantar os custos de paradas de equipamentos e reposição de material em uma algodoeira além de trazer conhecimento para o leitor.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Localização

A algodoeira do estudo está localizada em uma fazenda no município de Diamantino – MT, como demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização da sede 2 da fazenda



Fonte: Autor (2023)

A fazenda possui 35 mil hectares nos quais se produz soja, milho, algodão além da pecuária que contém 9.500 cabeças de boi. Na safra 22/23, foi plantada uma área 20.084 hectares de algodão.

O clima da região é o tropical semi-úmido, caracterizado por altas temperaturas e duas estações bem definidas: um inverno seco e um verão quente e úmido. A vegetação predomina o Cerrado, contudo é de transição para Floresta Amazônica. Contém uma topografia plana, na qual é propícia à mecanização dos cultivos. Com solos ácidos e de baixa fertilidade, faz se

necessárias operações de calagem e adubação além do clima quente e úmido favorecer doenças e nematóides.

A fazenda conta com duas sedes e cada sede contém uma algodoeira. O estudo foi realizado na sede 2 com uma UBA (unidade de beneficiamento de algodão) com máquinas das linhas candeloro e BUSA. Dos 20.084 hectares plantados de algodão, a sede 2 tem em sua responsabilidade o beneficiamento de 8.690 hectares. Levando em consideração uma média de produção da fazenda por hectares de 364@ (arroba), em que uma arroba equivale a 15 kg e considerando uma massa média de um módulo (fardão de algodão em caroço) de algodão de 2,2 toneladas, na safra 22/23 a sede 2 beneficiará 21.567 módulos de algodão. Destes são previstos uma produção de 86.268 fardos de pluma.

3.2 Cultura do algodão

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*) tem uma presença marcante tanto a nível global quanto no Brasil, desempenhando um papel fundamental na economia agrícola e na indústria têxtil. O cultivo do algodão teve início na Índia por volta de 1.500 anos a.C., sendo posteriormente introduzido na China e na Europa no século IV a.C. Nas Américas pré-colombianas, os indígenas já utilizavam o algodão na fabricação de tecidos, como redes. Esse histórico destaca a relevância global do algodão ao longo dos séculos, influenciando várias culturas ao redor do mundo. No Brasil, quando da chegada dos portugueses, já se cultivava o algodão. No século XVIII, esta cultura tomou grande impulso no Pará, Maranhão, Ceará, Pernambuco e Bahia (INDEA, 2019).

O Brasil está entre os 5 maiores países produtores de algodão do mundo, nesta safra de 22/23 produziu 7,36 milhões de toneladas de algodão em caroço e 3,03 milhões de toneladas de pluma em uma área plantada de 1.658.500 hectares, segundo dados disponibilizados pela CONAB em agosto de 2023. Essa produção deixou o Brasil em terceiro lugar mundial na produção de pluma, superando os Estados Unidos, com uma produção de 2,86 milhões de toneladas de acordo a USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos).

O algodão é produzido por safra, mas é uma cultura perene No Brasil é cultivado em todo país, no entanto, o estado do Mato Grosso cultivou na safra 22/23 uma área de 1.185.700 hectares, representando uma porcentagem de 71,5% da área de cotonicultura de todo país, seguido da Bahia com 312.600 hectares (18,8%) (CONAB, 2023). O sucesso da produção no cerrado deve-se a fatores edafoclimáticos favoráveis, pois apresenta estações chuvosas e secas

bem definidas e topografia que permite manejo mecanizado, além de diversas pesquisas e avanços tecnológicos no setor da cotonicultura.

Levantamento realizado pela Conab no período entre 30/10/2023 a 3/11/2023 apontou alta de 1,22% na cotação do algodão negociado no Mato Grosso, seu preço médio de negociação foi de R\$ 123,38/@ (arroba). Na Bahia, o preço recuou 1,81%, sendo cotado a R\$ 128,00/@. De acordo com informações do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), no mês de outubro/2023 foram exportadas 225,68 mil toneladas de algodão em pluma ao preço médio de US\$ 1.930,20/t.

3.3 Beneficiamento

O beneficiamento é um dos processos mais importantes da cadeia produtiva do algodão. As usinas de beneficiamento são unidades que fazem parte de um processo macro de produção na cadeia da cotonicultura. Trata-se de uma importante etapa que praticamente finaliza e prepara a produção para o mercado. O objetivo do beneficiamento do algodão é separar a fibra do algodão da semente e de outras impurezas, preservando ao máximo a qualidade das fibras.

Inicialmente, o beneficiamento se dava manualmente ou com a utilização de um descaroçador de rolo denominado Churka, originado na Índia (300 a.C.). No ano de 1794, Eli Whitney desenvolveu uma máquina que utilizava dentes metálicos inseridos num tambor de madeira, mesmo sendo bastante rudimentar, determinou o início de uma revolução industrial no beneficiamento do algodão. Segundo Anthony e Mayfield (1994), com a expansão da cultura e com a colheita mecanizada, no ano de 1900 foi introduzida a limpeza antes da retirada do caroço e em 1950 a limpeza após o descaroçamento no intuito de retirar impurezas e trabalhar com um alto volume do produto.

Em Mato Grosso, a expansão inicial do algodão gerou a instalação da primeira usina de beneficiamento na cidade de Rondonópolis, em 1966, conhecida como Algodoeira Centro-Oeste (FREIRE, 2007) e segundo a AMPA (Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão) diversas outras foram implantadas entre os anos de 1998 e 2004.

O beneficiamento do algodão representa um custo significativo na cadeia produtiva. Segundo a CONAB, em 2022 o custo do beneficiamento do algodão na região de Campo Novo do Parecis – MT teve sua participação em 12% do total. Além do alto custo, a usina traz consigo riscos de perdas do produto colhido, desde incêndio até por contaminação dos fardos, o que pode gerar prejuízos milionários. Com isso, é importante uma boa gestão dentro da usina para evitar gastos desnecessários.

3.4 Sistema de cultivo

Na fazenda, a prática predominante para o plantio de algodão é o sistema de segunda safra, que segue a colheita da soja em janeiro. Esse método aproveita as condições favoráveis, como chuvas intensas e altitudes baixas, que contribuem para um ciclo de crescimento mais curto para o algodão. O plantio direto é adotado nesse processo, permitindo que as sementes sejam semeadas imediatamente após a colheita da soja. A colheita das plantações de algodão ocorre nos meses de julho e agosto, utilizando colhedoras com fuso, conhecidas como "picker".

As colheitas realizadas com colhedoras picker deixam menos impurezas no fardão se comparado com a colheita com pente ou escova. Segundo um estudo realizado pelo IMAmt nos anos de 2009 e 2010 para cada fardo de pluma de 200kg a colheita feita com a colhedora com fusos possui apenas 42kg de impurezas, enquanto colhedoras do modelo “stripper” (com e sem extrator) apresentam 177kg e 292kg respectivamente.

3.5 Produtos gerados

A cultura do algodão resulta em uma variedade de produtos ao longo de seu processamento, e nesta usina, todos os produtos e resíduos originados durante o beneficiamento são plenamente aproveitados.

O produto principal é a pluma, ou seja, a fibra do algodão, ela é o resultado de todo processo de beneficiamento e geralmente sua destinação é a exportação, principalmente para a Ásia, devido sua alta qualidade, utilizada para a confecção de roupas e tecidos. A semente do algodão, chamada também de caroço, é um subproduto gerado após o descaroçamento, é amplamente utilizado na incorporação da ração para gado devido seu alto teor de proteína e gordura, além de ser comercializado para a produção de óleos. A fibrilha é outro subproduto gerado principalmente na etapa de limpeza, no limpa plumas. Ela é o retalho da fibra que sai junto a sujeira no limpa plumas, utilizada para a produção de tapetes, panos, espumas entre outros. Na etapa da pré-limpeza é gerado a casquinha. A casquinha é misturada com o restante das impurezas como folhas e caule e são utilizadas na ração para gado além de servir para adubo.

Na fazenda, cada módulo (fardão) apresentava um rendimento de 40% pluma, 1,5% fibrilha, 51% caroço e 7,5% casquinha e impurezas.

3.6 Qualidade

A qualidade da fibra de algodão influencia diretamente a produção de têxteis finais, afetando características como resistência, durabilidade, textura e aparência das peças de vestuário.

Na fase de lavoura, fatores como a escolha adequada da variedade de algodão, práticas agrícolas, controle eficiente de pragas e doenças, o manejo da colheita, além das condições edafoclimáticas do ano, desempenham um papel crucial na qualidade da fibra. Durante a colheita do algodão na lavoura, há o risco de contaminação por diferentes elementos, como plástico, picão, capim, folhas, umidade, óleo e fogo. Essas impurezas podem comprometer a qualidade das fibras e na Figura 2 é representado módulos com contaminações na colheita e a letra de como são identificados.

Figura 2 – Módulos identificados com o termo de cada característica.



Fonte: Autor (2023)

O beneficiamento desempenha um papel crucial na remoção de impurezas, proporcionando impactos positivos à fibra. No entanto, é importante reconhecer que esse processo também acarreta efeitos adversos. Então o beneficiamento tem como objetivo produzir causando o menor dano possível.

O tratamento mecânico causa rupturas na fibra, diminuindo-lhe o comprimento e a uniformidade e aumentando a taxa de fibras curtas. A resistência é diminuída por alteração da estrutura molecular da celulose em caso de excesso de secagem e aquecimento. O encarneamento pode aparecer em níveis diferentes do processo, por processamento forçado (cargas altas, máquinas em mau estado) ou condições inadequadas (matéria muito úmida); os

neps de fibra (nós) aparecem progressivamente ao longo da sequência de máquinas enquanto os neps de casca de caroço (seed-coat) são gerados no descaroçador, especialmente em condições de baixa umidade da semente. Esses danos diminuem as qualidades intrínsecas.

A qualidade da fibra tem dois componentes distintos: a qualidade “visual”, de carga em impurezas e a qualidade intrínseca da fibra (relacionada às propriedades físicas desta). Esses dois componentes são avaliados em laboratórios de classificação, por classificadores profissionais e por meio de equipamentos HVI (High Volume Instrument)

A qualidade visual avalia a cor e grau de impurezas. Sua análise é realizada em salas de classificação padronizadas, principalmente em termos de iluminação. Quanto às características intrínsecas da fibra de algodão, isso se refere às propriedades naturais da fibra que impactam diretamente sua qualidade. Incluem elementos como comprimento, finura, força, maturidade e uniformidade. Essas características intrínsecas desempenham um papel crucial na determinação da qualidade geral do algodão e, conseqüentemente, afetam a produção e a qualidade dos produtos têxteis finais. Essas características são avaliadas por meio de testes laboratoriais utilizando a tecnologia HVI. Na fazenda é utilizado o padrão de avaliação da USDA, tanto para análises visuais e laboratoriais.

Durante o processo de beneficiamento é aferida a umidade e temperatura nas diversas etapas para resguardar a qualidade e ter o controle da atividade, como é apresentado na Figura 3. São utilizados um termômetro digital e um medidor de umidade.

Figura 3 – Apontamento de umidade no descaroador.



Fonte: Autor (2023)

3.7 Etapas e equipamentos do beneficiamento do algodão:

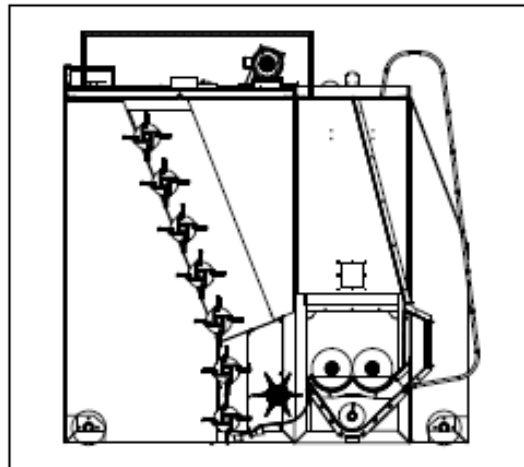
O processo de beneficiamento do algodão pode ser dividido em algumas etapas, a primeira é o descarregamento dos módulos de algodão em caroço na usina e a alimentação do desmanchador de módulos seguido da secagem, descarreamento, limpeza da pluma e a prensagem. Existem diversos tipos de equipamentos para essas etapas, no decorrer do presente documento foi listado os equipamentos existentes na algodoeira em questão. A algodoeira possui duas linhas de produção, a linha da candeloro e linha BUSA.

3.7.1 Descarregamento e alimentação

3.7.1.1 Desmanchador de módulos

O descarregamento é feito por uma pá carregadeira e é utilizado o equipamento chamado desmanchador de módulos móvel (popularmente chamado de piranha) no qual desmancha o módulo mecanicamente. A máquina utiliza cilindros rotatórios de pinos para desmontar a massa de algodão, que é coletado na parte baixa da máquina por uma rosca e levado até uma esteira transportadora que o conduz até o ponto de sucção, no qual é do modelo simples, ou seja, não utiliza ar quente. Além de desmanchar os módulos, a “piranha” ainda auxilia no processo de pré-limpeza do algodão retirando um pouco da poeira e de algumas impurezas maiores quando equipada com batedores (técnica bem disseminada pela Brasil). Os resíduos gerados nessa etapa vão para o monte das casquinhas. Nas Figuras 4 é apresentado um corte de um desmanchador de módulos e as Figuras 5, 6 e 7 são fotos reais da piranha da algodoeira.

Figura 4 - Corte do desmanchador de módulos



Fonte: BUSA Ltda, 2004

Figura 5 - Visão interna do desmanchador de módulos.



Fonte: Autor (2023)

Figura 6 – Desmanchador de módulos



Fonte: Autor (2023)

Figura 7 – Desmanchador de módulos e esteira transportadora

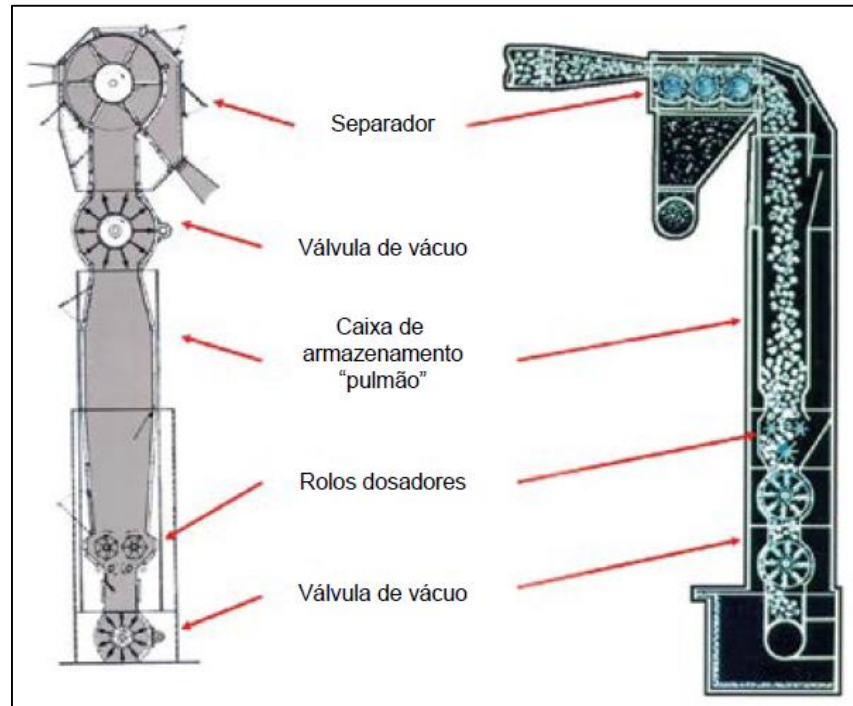


Fonte: Autor (2023)

3.7.1.2 Torre reguladora

Deve ser realizado o controle do fluxo do algodão após a sucção, esse controle é realizado pela torre reguladora. A torre reguladora é composta por três componentes: uma caixa de armazenagem, um mecanismo dosador e válvulas de vácuo (FIGURA 8). A caixa de armazenagem tem a função de neutralizar as flutuações do fluxo de algodão geradas pelo desmanchador. O mecanismo dosador tem a função de jogar, na sequência de máquinas, um fluxo controlado de algodão, sem flutuações e correspondente ao ritmo de produção desejado. Já a válvula de vácuo possui a função de isolar a caixa de armazenamento da caixa de sopro, onde o algodão liberado pela torre é misturado ao ar de retomada. As figuras 9 e 10 são da torre reguladora de fluxo da algodoeira do estudo.

Figura 8 – Corte de uma torre reguladora de fluxo



Fonte: Lummus Corp. e Continental Eagle Corp.

Figura 9 – Torre reguladora de fluxo



Fonte: Autor (2023)

Figura 10 – Torre reguladora de fluxo

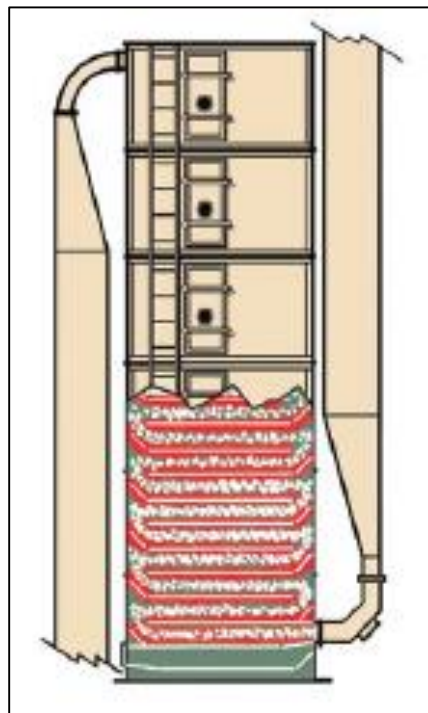


Fonte: Autor (2023)

3.7.1.3 Secagem

A secagem do algodão tem a função de facilitar a limpeza e a abertura do algodão em caroço e reduz o encarneiramento além de aumentar o rendimento de fibra, pelas menores perdas de fibra no limpador de pluma, e aumenta a produção da usina de beneficiamento, evitando reduzir o ritmo para tratar os algodões úmidos e encarneirados. Ela é feita por meio de secadores modelo torre de gavetas (FIGURA 11), que com a sucção de ar aquecido por queimadores seca o algodão. Os secadores são alimentados por 2 queimadores a gás (FIGURA 13), utilizando gás GLP. A temperatura do ar de secagem deve ficar em torno 70° a 110°. A Figura 12 apresenta os secadores.

Figura 11 – Secador modelo torre de gavetas.



Fonte: Continental Eagle Corp.

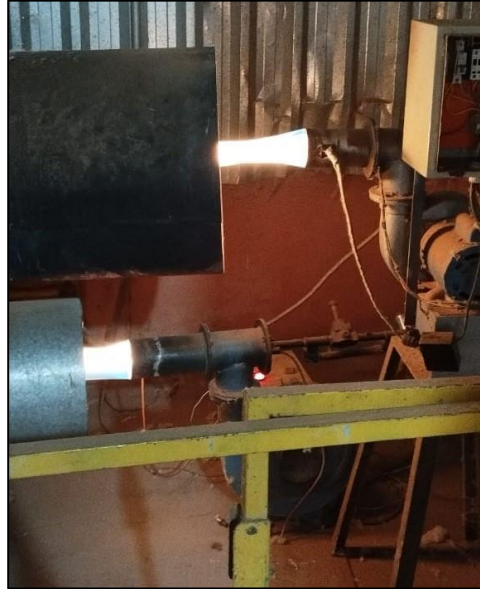
Figura 12 - Secadores das duas linhas de produção de usina.



Fonte: Autor (2023)

O ar aquecido pelos dos queimadores é succionado por um ventilador e passa através da massa de algodão após a torre reguladora (válvula de vácuo).

Figura 13 – Queimadores de gás da linha Busa e candeloro.



Fonte: Autor (2023)

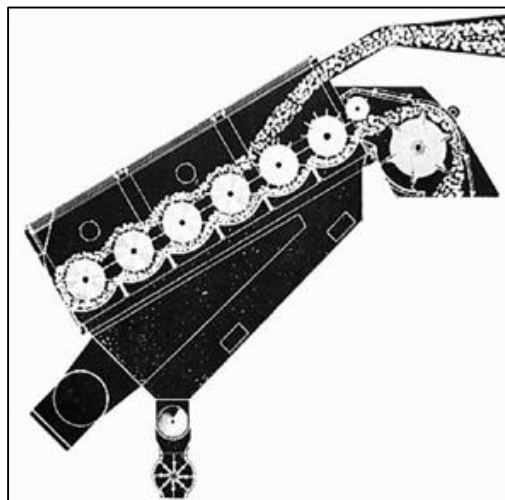
3.7.2 Pré-limpeza

A pré-limpeza é o processo onde se limpa o algodão ainda com o caroço. Quanto menor o tamanho dos contaminantes, mais é difícil separá-los, por isso é preferível tirar o máximo deles antes de chegar ao descaroçador. Este é o objetivo principal da limpeza do algodão em caroço, que também ajuda a proteger os descaroçadores e os limpadores de pluma. A limpeza do algodão em caroço também tem como objetivo abrir e homogeneizar a matéria, extraindo dela o máximo de substâncias estranhas antes da sua entrada no descaroçador. Para efetuar a limpeza, utilizam-se diferentes tipos de equipamentos, que se distinguem como os limpadores de cilindros (batedores), destinados a retirar os pequenos resíduos (fragmentos de folhas, areia, etc.), os extratores, que extraem os resíduos mais grosseiros (caules, casquinhas, etc.) e os alimentadores.

3.7.2.1 Batedor inclinado

Tem a função de extrair o máximo de substâncias finas estranhas do algodão antes da sua entrada no descaroçador. Ele possui cilindro de pinos que possuem função de abrir, espalhar e esponjar o algodão em caroço. Ao mesmo tempo, a limpeza ocorre por agitação e fricção, que são mais eficazes quanto mais o algodão estiver seco. A sujeira fina cai por gravidade e é levada pela corrente de ar. Na Figura 14 podemos observar um corte de um batedor inclinado.

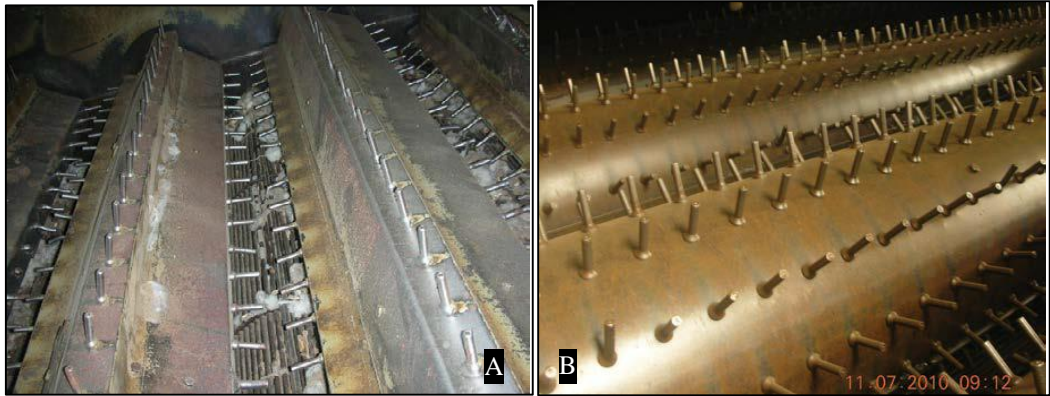
Figura 14 - Corte de um batedor inclinado



Fonte: Anthony e Mayfield (1994)

Os limpadores podem variar conforme o número e o tipo de rolos de pinos, de grelha e o modo de alimentação. As máquinas têm de quatro a nove rolos. Os rolos côncavos, no caso das máquinas antigas (Figura 15 - A), têm eficiência reduzida por causa do número fraco de pinos (4 fileiras) e pelo grande comprimento dos pinos (75 mm). As máquinas modernas têm rolos redondos (Figura 15 - B) e pinos menores (25 a 50 mm), aumentando a agitação e a abertura da matéria. Os batedores do estudo possuem 7 rolos.

Figura 15 – Rolos cômavos (A), Rolos redondos (B)



Fonte: Cotimes do Brasil

A figura 16 mostra como é a estrutura e a ligação entre o secador e o batedor.

Figura 16 – Secador e batedor de 7 rolos da linha Busa.



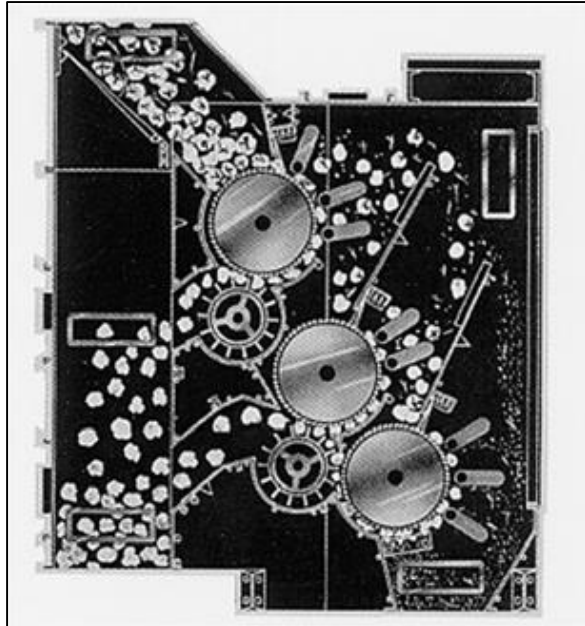
Fonte: Autor (2023)

3.7.2.2 Extratores

A máquina é dedicada a separar a sujeira grossa (caules e casquinhas). A limpeza do algodão, aplicado sobre os rolos dentados por meio de escovas estáticas, ocorre por centrifugação e batimento sobre as barras, posicionadas de maneira precisa para ajudar a controlar as perdas de algodão e extrair as casquinhas e caules. Para conseguir eficiência, o extrator deve ser alimentado por um batedor, para receber um algodão aberto e espalhado. A

máquina geralmente é alimentada por gravidade. É mostrado na figura 17 um corte de um extrator do modelo antigo e na figura 18 podemos observar como é o “H.L.” da algodoeira.

Figura 17 – Extrator antigo



Fonte: Continental Eagle Corp.

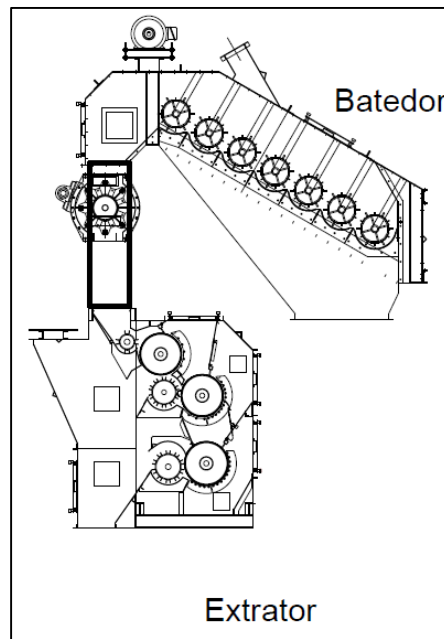
Figura 18 – Extrator “HL” candeloro



Fonte: Autor (2023)

No Brasil, os extratores (máquinas de talos), é popularmente chamado de “HL”, por causa de um modelo antigo bastante conhecido, o ‘H.L.S.T.’ de 3 cilindros. Ele é indispensável para o algodão em caroço de colheita mecânica. O extrator retira mais de 50% dos resíduos maiores, e retira 20% a 50% dos resíduos totais de colheita com fusos (ANTHONY e MAYFIELD, 1994). Com a figura 19, podemos entender com é o esquema de montagem dos equipamento da pré-limpeza e na Figura 20 observamos como efetivamente é feito na usina.

Figura 19 - Esquema batedor e extrator



Fonte: Cotimes do Brasil

Figura 20 - Batedor 5 rolos e extrator da linha Busa



Fonte: Autor (2023)

3.7.2.3 Válvula drop, rosca alimentadora e sistema de sobras

Após passar pelos extratores, o algodão é succionado até a válvula drop, essa válvula tem a função de separar a sucção do algodão e dosar a quantidade de algodão que cai na rosca alimentadora.

A rosca alimentadora tem a função de conduzir o algodão até os alimentadores. Caso o algodão não entre todo nos alimentadores ele vai para o sistema de sobras.

O sistema de sobras é constituído pela caixa armazenadora de sobras que possui função de receber e armazenar o algodão, pela válvula de sobras que possui a função de separar o algodão do ar e pelo reaproveitador de sobras que através da sucção envia o algodão de volta para a rosca alimentadora.

Figura 21 – Rosca distribuidora e caixa armazenadora (Candeloro – A, BUSA – B)



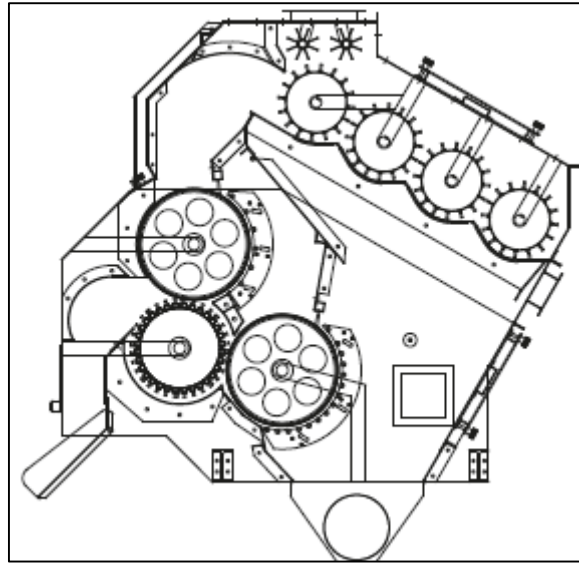
Fonte : Autor (2023)

3.7.2.4 Alimentadores do descaroçador

O alimentador do descaroçador recebe o algodão em caroço da rosca alimentadora. Sua função é alimentar o descaroçador uniformemente e de forma controlada, além de garantir uma limpeza e abertura complementares e finais do algodão em caroço.

O alimentador moderno (FIGURA 22) possui extrator junto ao seu sistema, com isso ele pode separar até 40% da matéria estranha do algodão em caroço, 70% da casquinha, 15% do piolho e 40% da outra sujeira (ANTHONY e MAYFIELD, 1994).

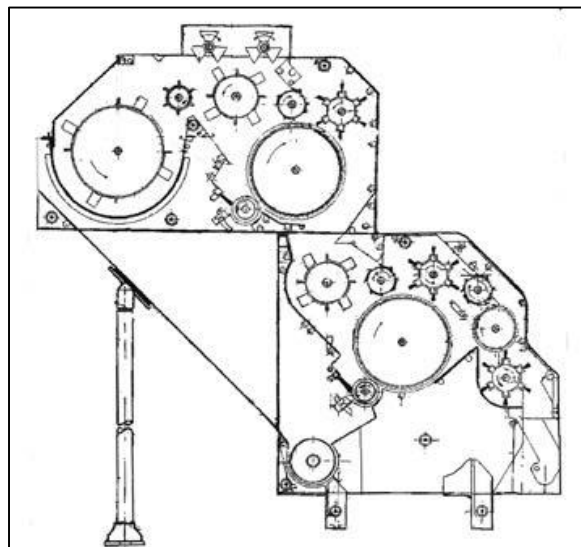
Figura 22 – Alimentador moderno



Fonte: BUSA Ltda.

Já os alimentadores antigos (FIGURA 23) possuem um eficiência limitada, com isso deve ser compensado com uma forte limpeza nos equipamentos que o antecedem na pré-limpeza.

Figura 23 – Alimentador antigo



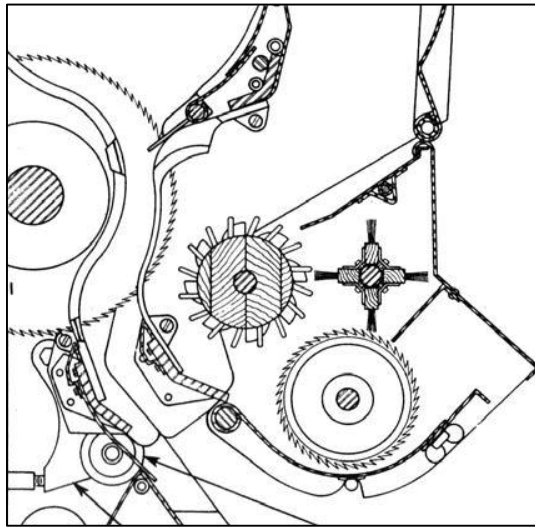
Fonte: Murray-Piratininga Ltda

3.7.3 Descaroçamento

O descaroçamento do algodão ocorre por meio de equipamentos chamados de descaroçadores (FIGURA 24). Além de influenciar o tempo de produção de fardos, sua

principal função é separar a pluma (fibra mais nobre do algodão), do caroço com o mínimo de danos possível nesses produtos. Nesse processo gera o resíduo fibrilha e o caroço. A fibrilha é conduzida por sucção para ser prensada e o caroço é conduzido por uma rosca transportadora até um ponto de sucção que o despeja no barracão de caroço. A figura 25 mostra como é o esquema de válvula drop, rosca alimentadora, alimentador e descaroador da candeloro e a figura 26 da linha BUSA.

Figura 24 – Descaroador



Fonte: Continental Eagle Corp.

Figura 25 – Conjunto válvula drop, rosca alimentadora, alimentador e descaroador candeloro



Fonte: Autor (2023)

Figura 26 – Descaroador Busa.



Fonte: Autor (2023)

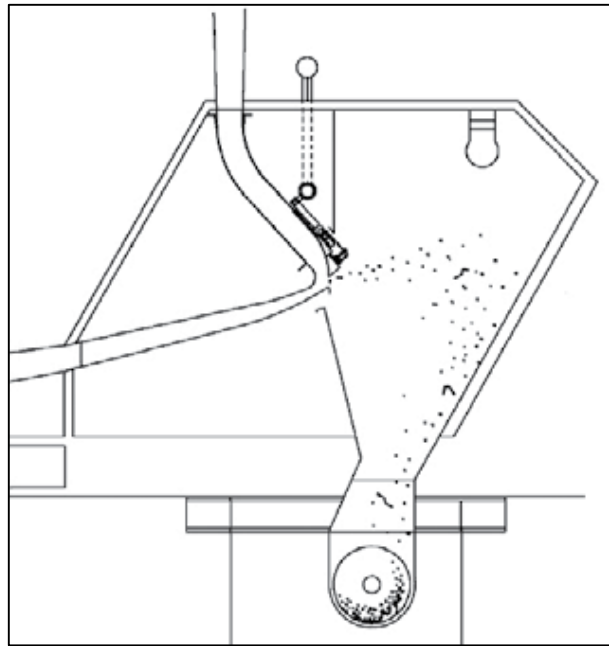
3.7.4 Limpeza

O propósito da limpeza da fibra é aprimorar seu valor de mercado, envolvendo procedimentos de limpeza e penteação. Esse processo é executado usando dispositivos pneumáticos, como limpadores centrífugos, ou mecânicos, como limpadores de serras. Usinas modernas costumam estar equipadas com ambos os tipos de máquinas. A fibra é primeiro submetida ao limpador centrífugo antes de passar pelo limpador de serras.

3.7.4.1 Limpador centrífugo

Usando a força centrífuga, a máquina (FIGURA 28) separa os materiais mais densos das fibras sem danificá-las, succionando as fibras enquanto as impurezas grossas caem (FIGURA 27).

Figura 27 – Corte de um limpador centrífugo



Fonte: Lummus Corp

Figura 28 – Limpador centrífugo

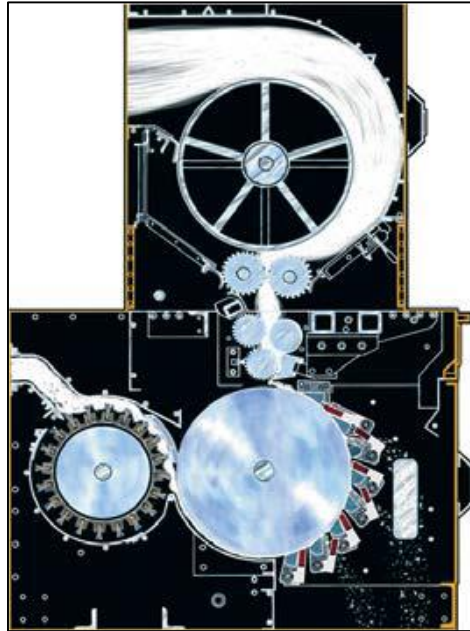


Fonte : Autor (2023)

3.7.4.2 Limpador mecânico

Função de limpar e pentear a fibra aumentando a qualidade e valor de mercado. Um condensador separa a fibra do ar de transporte e forma uma manta de fibra, que é mantida sob pressão enquanto é penteada pelos dentes do rolo de serra retirando pequenas impurezas. É dimensionado após o centrífugo. Nas Figuras 29 e 30 temos um corte de um limpador mecânico e um da usina.

Figura 29 – Limpador mecânico



Fonte: Continental Eagle Corp

Figura 30 – Limpador mecânico, candeloro



Fonte: Autor (2023)

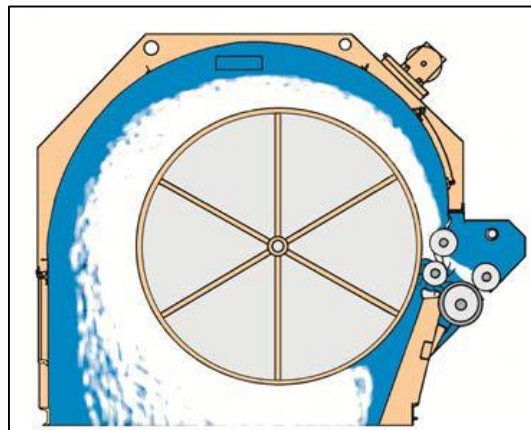
3.7.5 Prensagem

Após o algodão ser descaroçado e limpo, ele é chamado de pluma. A pluma é prensada em fardos para facilitar seu armazenamento, transporte e venda. Antes deste processo a fibra deve ser acondicionada e umidificada.

3.7.5.1 Condensador

O condensador (FIGURA 31) tem a função de separar o ar de transporte da fibra, além de aglutinar as mesmas para que elas formem uma manta.

Figura 31 - Condensador



Fonte: Continental Eagle Corp.

3.7.5.2 Bica

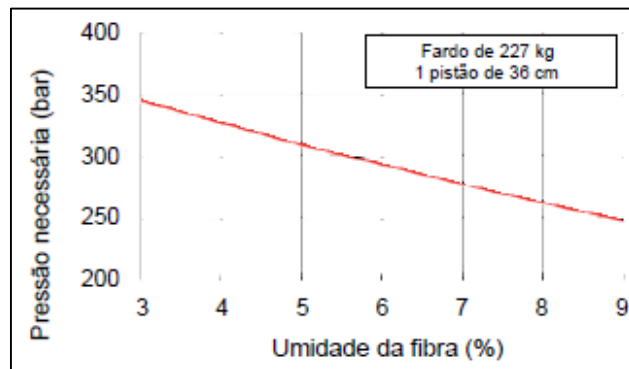
A bica é o equipamento que interliga o condensador até ao calcador da prensa. Além de ser o caminho do algodão para a prensa, é a partir dela que o algodão recebe o ar quente e úmido do umidificador para que ocorra o processo de umidificação.

3.7.5.3 Umidificador

Além do processo de secagem, a gestão da umidade é bastante importante da etapa da prensagem do algodão. A umidificação da fibra possui a função de tornar a pluma mais

maleável, reduzir o gasto de energia e o esforço dos componentes da prensa com mostra o gráfico 1, além de aumentar o peso dos fardos com água.

Gráfico 1 – Relação de umidade e pressão.



Fonte: Anthony e Mayfield (1994)

A umidade da fibra na prensagem traz reduções enormes na força necessária para a prensagem final do fardo, a força de prensagem é reduzida em 14 a 17%, quando a umidade aumenta de 3 pontos, segundo a interpretação do gráfico 1. Para essa etapa é utilizado um umidificador (FIGURA 32).

Figura 32 – Umidificador



Fonte: Autor (2023)

3.7.5.4 Empurrador hidráulico

A função do empurrador consiste em empurrar a fibra da bica a caixa do calcador. Na figura 33 temos a identificação de cada parte.

Figura 33 - 1(Condensador), 2(bica), 3(tubulação de chegada do ar do umidificador), 4(empurrador hidráulico)



Fonte: Autor (2023)

3.7.5.5 Calcador

Sua função é a de exercer pressão no volume de pluma, O empurrador e o calcador trabalham em sincronismo. O primeiro deposita a fibra na caixa da prensa, e o segundo a comprime (SILVA et al., 2006). É na caixa do calcador que o peso dos fardos é definido, isso é feito através de sensores de pressão.

3.7.5.6 Prensa

A prensa (FIGURA 34) é responsável pela prensagem da pluma e confecção dos fardos. Os principais componentes são a estrutura (feixes e colunas), as caixas e os pistões. Para

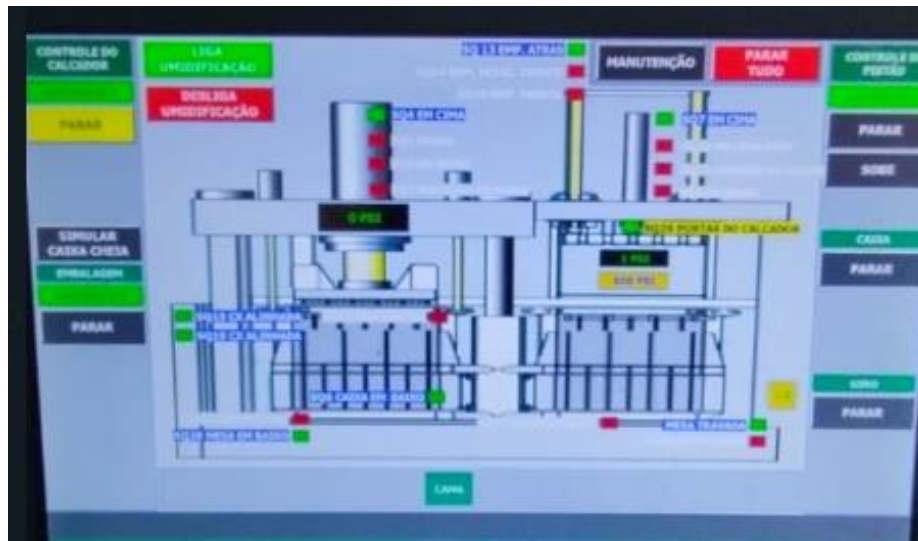
operação ela possui unidade hidráulica, reservatório de óleo, bombas além de comandos. A prensa da algodoeira em questão tem capacidade de produzir até 45 fardos por hora, porém trabalha na média de 30 fardos por hora e gera fardos com peso com média de 225 quilogramas.

Figura 34 – 1 (calcador), 2,2' (caixas), 3 (pistão)



Fonte: Autor (2023)

Figura 35 – Painel da prensa



Fonte: Autor (2023)

3.7.5.7 Aramação

Devida a alta compressão exercida nos fardos, se faz necessário a amarração com arames de alta resistência para garantir a estabilidade dos fardos e de suas dimensões. Na algodoeira em questão, devido a quantidade de produção, a passagem do arame é feita de maneira manual necessitando de dois colaboradores para tal atividade. Caso a produção superasse 45 fardos por hora, seria mais viável a aramação com equipamento chamado Signote.

3.7.5.8 Ensacador e identificação

O ensacamento é realizado com auxílio de um empurrador que conduz o fardo até o saco tela. Após ensacado o fardo é pesado e um colaborador o identifica com uma etiqueta.

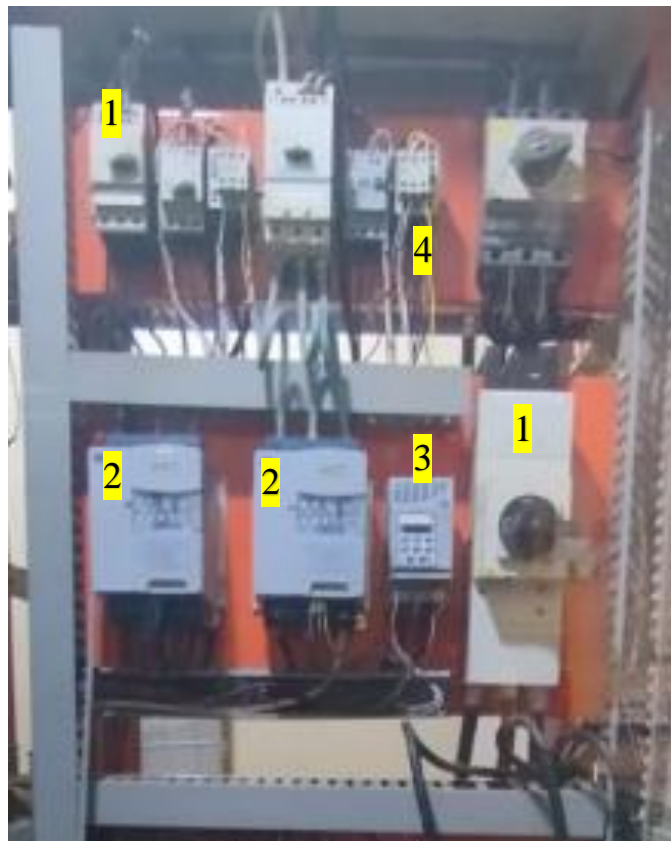
3.7.6 Instalações elétricas

A algodoeira contém mais de uma centena de motores e equipamentos elétricos. Portanto, as instalações elétricas em uma agroindústria desempenham um papel crucial para garantir o funcionamento eficiente e seguro dos processos. Os Centro de controle de motores

(CCM) abrigam dispositivos de controle, proteção, monitoramento, além de inversores de frequência e chaves “Soft starter”. A algodoeira conta com 3 CCMs no total, sendo uma para linha BUSA (FIGURAS 36 e 37), outra para Candeloro e uma para prensa.

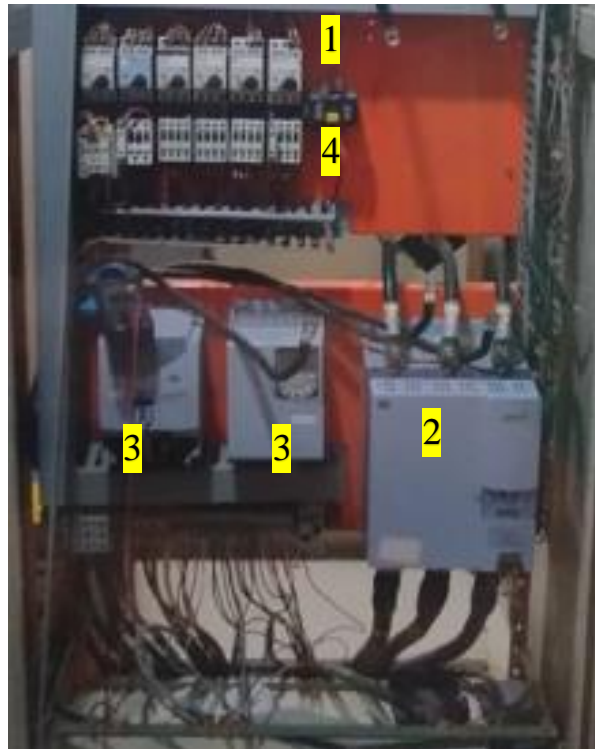
Equipamentos como inversores de frequência e chaves soft starter são comuns em uma unidade de beneficiamento de algodão. As soft starter são essenciais para a redução da corrente de partida dos motores e de toda usina visto a quantidade elevada de motores e alguns de alta potência (200CV). Já os inversores mantêm a rotação dos motores dos equipamentos caso aumente o fluxo ou a carga do algodão nas máquinas ou quando a umidade do algodão está alta. Ele está presente também no motor de movimentação do desmanchador de módulos para que possa ajustar a velocidade de movimento como necessário.

Figura 36 – CCM da Inha BUSA. (1 – Disjuntor de motor, 2- Soft Starter, 3- Inversor de frequência, 4 contator)



Fonte: Autor (2023)

Figura 37 – CCM da Inha BUSA. (1 – Disjuntor de motor, 2- Soft Starter, 3- Inversor de frequência, 4 contator)



Fonte: Autor (2023)

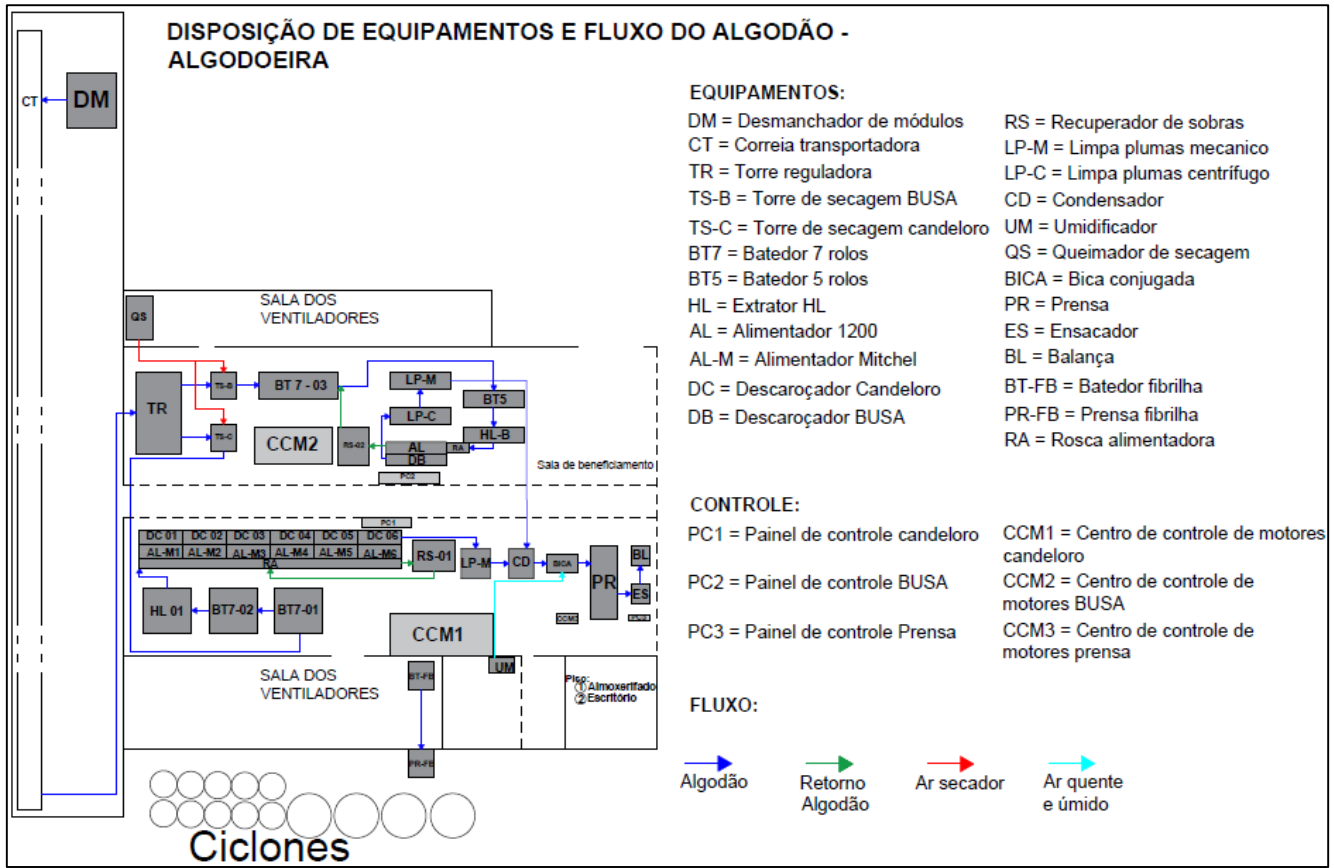
Desligamentos gerais na usina só devem acontecer caso a parada seja superior a 10 minutos, porém é sempre difícil determinar qual será o tempo total de parada. Isso pois a energia consumida para acionar a partida dos motores é alta.

A inspeção no CCM deve acontecer periodicamente, auxiliando o planejamento de manutenções preditivas e até mesmo corretivas.

3.7.7 Fluxograma e layout

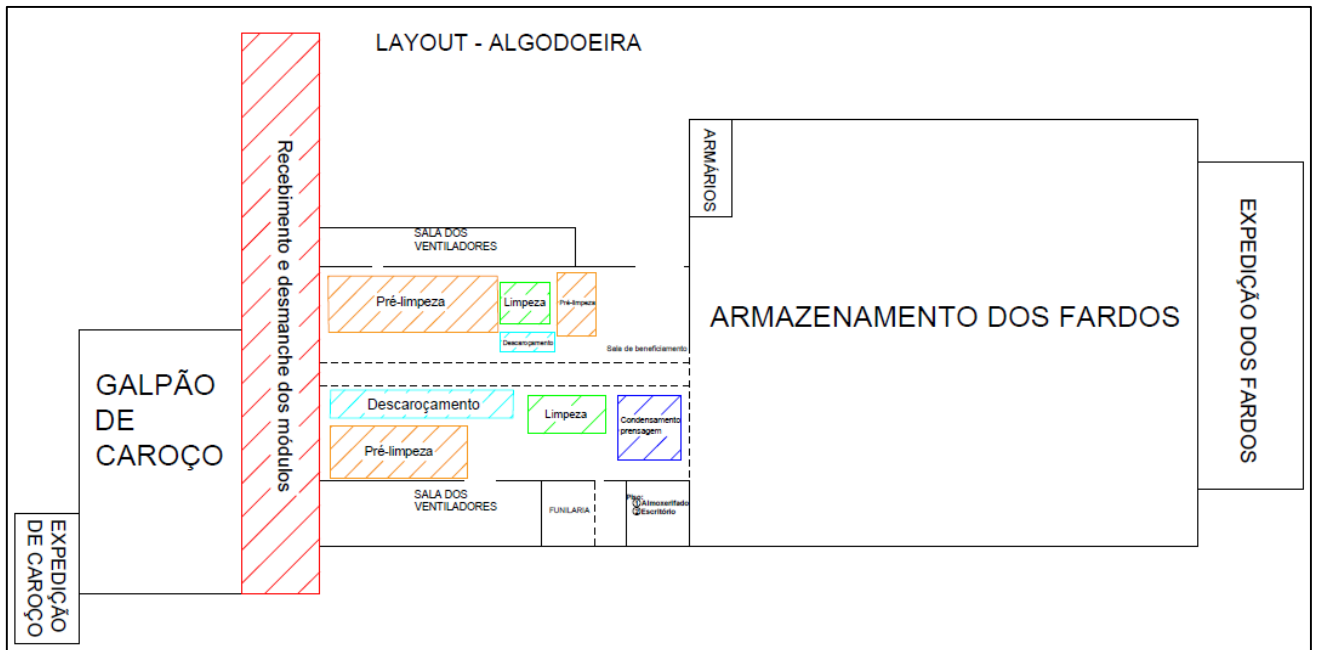
Cada usina tem sua particularidade, seja por modelos de equipamentos ou disposição dos mesmos. Para auxiliar em possíveis melhorias, entendimento, ajudar os gestores e trazer algo visual, além de ajudar nas rotas de manutenções e inspeções, foram elaborados um layout e um fluxograma (FIGURAS 38 E 39) da algodoeira em questão.

Figura 38 – Layout e fluxo do algodão



Fonte: Autor (2023)

Figura 39 – Etapas do beneficiamento



Fonte: Autor (2023)

3.8 Colaboradores

Na estrutura organizacional da usina, é fundamental contar com uma equipe qualificada, capaz de desempenhar as funções atribuídas a eles. Essas responsabilidades têm um impacto significativo nos resultados desejados pela indústria de beneficiamento.

São cargos e funções na usina:

- Operador do desmanchador de módulos (piranheiro) : Função de opera-lo, realizar a limpeza, fazer inspeção nos rolos para verificar algum contaminante para evitar ir ao processamento, acompanhar a alimentação de módulos e realizar a “bipagem” dos módulos que serão processados.

- Operadores do descaroador (frentista): Os frentistas possuem a função de operar o painel dos descaroadores, acompanhar seu funcionamento para evitar possíveis embuchamento e risocs de incêndio.

-Preseiro: O preseiro tem a função de operar o painel da prensa, realizar a amarração dos fardos com o arame, além de retirar a amostra do fardo de seu lado auxiliando o colaborador da amostra.

-Amostra: O colaborador da amostra tem a função de retirar amostra do fardo, realizar manutenções em seu comprimento e e peso para atingir o peso necessário e o padrão de tamanho para realizar as análises e separar as mesmas em duas. Uma delas vai para a mala das amostras visuais e outra para as amostras laboratoriais (HVI).

-Balançeiro: O operador da balança lança os pesos dos fardos do sistema, auxilia no processo de ensacamento, coloca a etiqueta de identificação no fardo e fica como responsável em anotar as paradas da unidade, identificando seu horário e causa.

-“Carrinho”: O operador do carrinho recebe os fardos ensacados e pesados da balança e com auxílio de um carrinho o conduz até o pátio.

-Expedição de caroço: Com auxilio da pá carregadeira, realizam o carregamento de caminhões com o caroço vendido, operando a prensa do caroço e fazendo a uniformização do caroço na carreta.

- Preseiro da fibrilha: Operar a prensa da fibrilha e amarrar os arames nos fardos prontos.

-Mecânico: Responsável pelas manutenções dos equipamentos na safra e entresafra, realiza inspeções nos equipamentos, auxilia o coordenador agroindustrial na coordenação da equipe e no planejamento de manutenções corretivas, preventivas e preditivas além de fazer a gestão do almoxarifado e oficina realizando a limpeza e requisitando peças ou ferramentas ao monitor de qualidade.

-Eletricista: Responsável por toda parte elétrica da usina desde manutenção em cabos, CCM, motores até troca de lâmpadas.

- Operador de pá carregadeira: Possui a função de carregar as cotton log (caminhão de transporte dos módulos) no pátio externo para descarregar na usina , abastecer a “piranha” com os módulos e o carregamento de caminhões com o caroço e casquinha vendido.

- Operador de empilhadeira: Realizam a movimentação dos fardos de pluma dentro da algodoeira e no pátio de fardos, fazem o emblocamento e o carregamento dos fardos vendidos nos caminhões além de auxiliar em levantamentos de cargas na usina e transporte de materiais como arames e sacarias.

-Monitor de qualidade: Coletar e documentar dados e informações por meio de medições sistemáticas da umidade do algodão em caroço em várias fases do processo, tanto antes quanto depois do enfardamento da fibra. Realizar medições e inspeções diárias nos sistemas de geração de calor responsáveis pela secagem e umidificação. Manter a equipe de gestão informada sobre os níveis e consistência da secagem e umidificação na usina. Estabelecer parâmetros de qualidade para garantir o correto funcionamento do processo. Realizar abertura de OS (ordem de serviço). Compras de materiais/ferramentas além de enviar para o conserto peças e equipamentos danificados. Lançar as paradas dos equipamentos no sistema.

- Serviços gerais: Responsável pela limpeza da algodoeira e de auxiliar em alguma função.

- Movimentador de carga: Realiza o embargue de fardo de plumas nos caminhões, disposição de blocos de fardos e manutenção do pátio de plumas.

- Auxiliar de pátio: Realizam as demandas no pátio externo, como cobrir os módulos com lonas, realizar a limpeza e acompanhar o carregamento dos módulos.

-Conferente: Ele fiscaliza o emblocamento e o carregamento verificando se os fardos corretos estão sendo embarcados.

-Folguistas: Os folguistas realizam diversas funções conforme a necessidade. Eles substituem os colaboradores em horário de almoço e no horário de pico.

As equipes devem ser organizadas levando em consideração a capacidade de cada usina, garantindo que estejam em conformidade com os limites operacionais estipulados por lei, como carga horária e turnos, além de determinar a quantidade necessária de colaborador em cada setor para evitar gastos desnecessários. Na algodoeira em questão, a equipe é detalhada na Tabela 1, 2 e 3.

Tabela 1 - Quantidade de funcionários em cada função e turno.

ALGODOEIRA		
Funções	DIA	NOITE
Piranheiros	3	3
Frentistas	4	4
Preseiros	2	2
Fibrilha	1	1
Amostra	1	1
Balanceiro	1	1
Carrinho	1	1
Serviços gerais	2	1
Carregamento de Caroço	2	0
Monitor de Qualidade	1	1

Operador de pá carregadeira - caroço/casquinha	1	0
Operador de pá carregadeira - pátio/piranha	2	1
Mecânico	2	2
Eletricista	1	1
Auxiliar de pátio	5	0
Folguistas	5	5
Total	34	24
EXPEDIÇÃO/ESTOQUE DE PLUMA		
Funções	DIA	NOITE
Movimentador de Carga	3	0
Operador de empilhadeira	3	2
Conferente	1	1
Auxiliar de Serviços Gerais	2	1
Total	9	4

Fonte: Autor (2023)

Pode-se classificar os funcionários em duas categorias: os fixos e os safristas. Os fixos são os funcionários que possuem um contrato contínuo com a empresa, ou seja, eles permanecem na organização durante todo o ano, tanto na época de safra, quanto na entressafra. Por outro lado, os safristas são aqueles colaboradores que são contratados apenas durante o período de safra, entre o início do beneficiamento até o final. Abaixo segue os cargos que são fixos e safristas.

Tabela 2 – Funcionários fixos

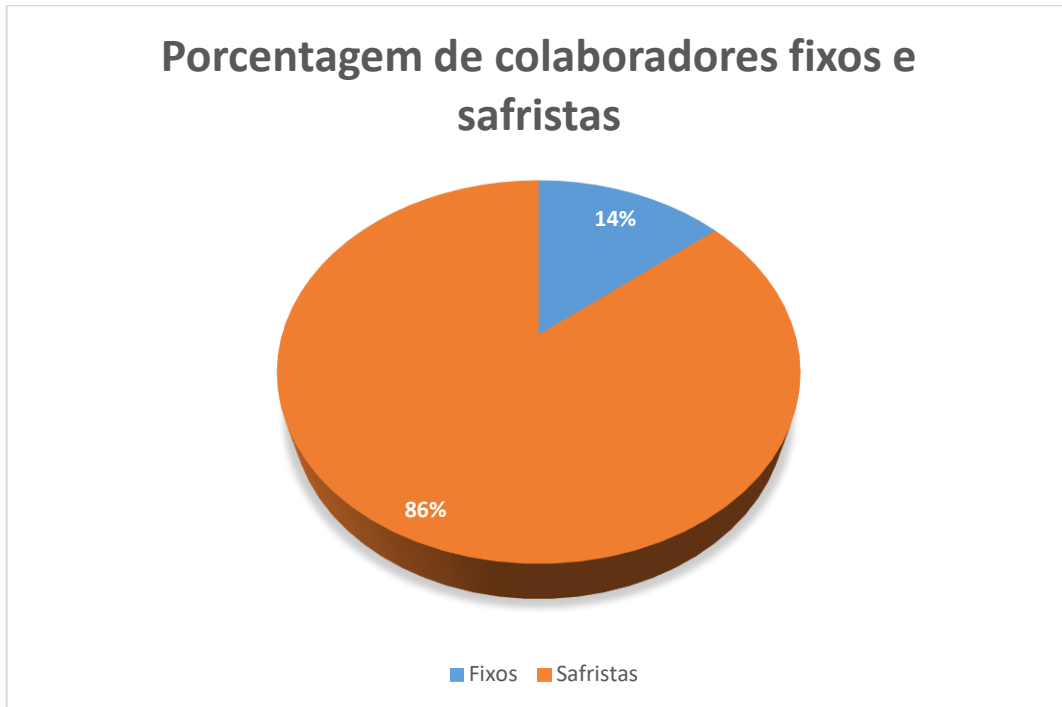
FIXOS
Mecânicos
Eletricistas
Monitor de qualidade (diurno)
Movimentadores de carga

Tabela 3 – Funcionários temporários

SAFRISTAS
Piranheiros
Frentistas
Preseiros
Fibrilha
Amostra
Balanceiro
Carrinho
Serviços gerais
Carregamento de Caroço
Monitor de Qualidade (noturno)
Operador de pá carregadeira - caroço/casquinha
Operador de pá carregadeira - pátio/piranha
Auxiliar de pátio
Folguistas
Operador de empilhadeira
Conferente
Auxiliar de Serviços Gerais

A algodoeira conta com 10 funcionários fixos e 61 safristas (GRAFICO 2). Com as Tabelas 2 e 3 podemos concluir que os cargos temporários possuem um número bem maior que os cargos fixos, sendo caracterizados por um custo variável e atingindo valores significativos nos custos de produção.

Gráfico 2 – Relação de funcionários fixos e safristas.



Fonte: Autor (2023)

Para que todas as funções trabalhem corretamente, aplicando conhecimentos técnicos e de desempenho operacional é necessário que haja um coordenador(a) com habilidades técnicas, gestoras e de liderança. O coordenador deve estar comprometido com o desempenho geral, operacional e funcional do beneficiamento e seus colaboradores; planejar, de forma global, a safra de beneficiamento; organizar cronogramas e programação das atividades do beneficiamento; realizar tomadas de decisões sobre manutenções e reparos; auxiliar no setor operacional quando necessário; analisar os apontamentos, registros, andamento do planejamento e das atividades programadas para a produção, além de proporcionar treinamentos, capacitação e segurança para toda equipe.

3.9 Paradas

As paradas nas máquinas de uma usina representam um desafio significativo na busca pela eficiência e produtividade no setor industrial. Essas interrupções, muitas vezes inevitáveis, têm um impacto direto na produção e, conseqüentemente, nos resultados econômicos da usina. A gestão eficaz dessas paradas torna-se crucial para minimizar o tempo ocioso, garantir a manutenção preventiva e corretiva adequada, e otimizar a disponibilidade operacional.

Os dados analisados neste estudo foram coletados durante o período de beneficiamento, nos meses de agosto e setembro. Eles representam o tempo de parada dos equipamentos da usina e suas causas.

Foram analisados e selecionados os equipamentos e suas possíveis causas para os estudos e apresentado o que foi significativo e que com o conhecimento da engenharia e gestão pôde ser resolvido.

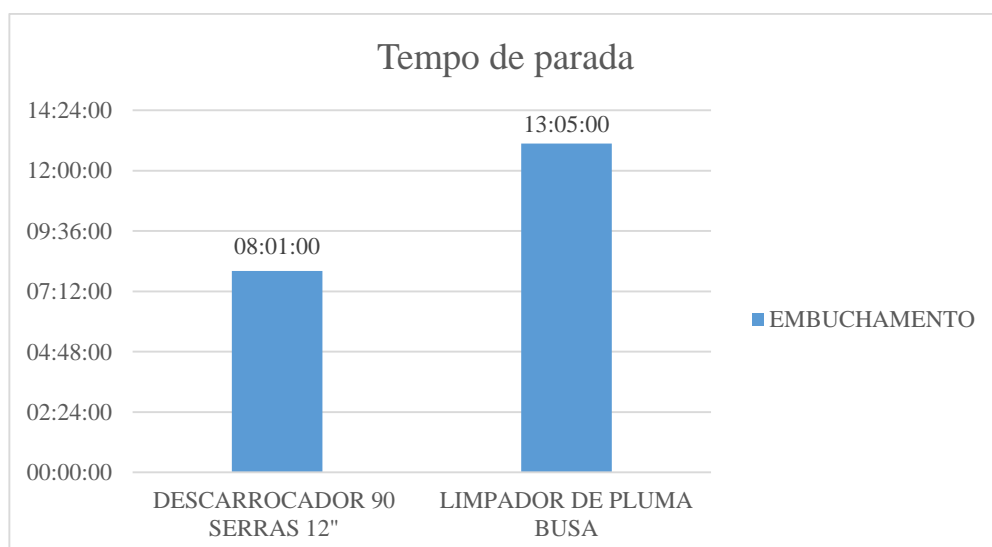
3.9.1 Embuchamento

O fenômeno conhecido popularmente como "embuchamento" ocorre durante o processo de beneficiamento do algodão, quando a fibra se acumula ou "entope" em diferentes pontos, incluindo equipamentos, tubulações de transporte e roscas transportadoras. Esse problema pode ser desencadeado por um fluxo intenso de algodão nas máquinas, quando as fibras estão mais encarneadas, apresentando uma disposição semelhante aos pelos de um carneiro, e quando o algodão possui um teor elevado de umidade.

O embuchamento é uma ocorrência comum observado em muitas algodoceiras, contudo, durante o período de 13/09/2023 a 30/09/2023, alguns equipamentos específicos registraram uma incidência fora do esperado de paradas e um tempo considerável associado a embuchamentos (GRAFICO 3).

Os equipamentos em questão são os descarocadores da linha candelero e o limpador de pluma mecânico da linha BUSA.

Gráfico 3 – Tempo que a máquina ficou sem funcionar



Fonte: Autor (2023)

Estes valores significativos (GRÁFICO 3) demandaram uma análise mais aprofundada para identificar possíveis causas subjacentes e implementar medidas corretivas visando aprimorar a eficiência operacional e minimizar futuras interrupções.

Os alimentadores da linha candeloro dos quais antecedem o descaroador 90 serras, são auxiliados por um fluxo de ar comprimido que auxilia na sucção de algumas impurezas durante a passagem do algodão. Esse ar deriva de um compressor de 60 pés, 425 litros. De maneira análoga ao descaroador, o limpador de pluma mecânico da linha busa também é antecedido por um equipamento que utiliza o ar comprimido (proveniente do mesmo compressor), o limpador de pluma centrifugo, no qual utiliza o ar para alterar o fluxo do algodão e realizar a limpeza.

Os compressores de ar são dispositivos essenciais na indústria. No entanto, um subproduto comum desse processo é a condensação de água. A quantidade de água produzida por um compressor de ar depende em grande parte da condição de entrada, qualidade do ar ambiente e pressão. A drenagem regular do tanque (FIGURA 40) é fundamental para remover a água acumulada nos sistemas de ar comprimido, pois a presença de umidade pode comprometer a eficiência e a qualidade do ar comprimido, levando a problemas operacionais e danos aos equipamentos. Essa drenagem é feita de maneira simples, necessária apenas a abertura da torneira que está localizada a baixo do tanque.

No caso em específico, a falta de drenagem da água do compressor e o começo do período de chuva resultou na produção de um ar umedecido, do qual em contato com o algodão acarretou na umidificação das fibras, causando o embuchamento nos equipamentos posteriores da utilização do ar.

Após a descoberta do motivo, foi realizado um plano de ação no qual foi estipulado datas com intervalo de 3 dias e responsáveis para a realização da drenagem no compressor.

Com o planejamento e ação, no período de 02/10/2023 até 31/10/2023 não foram apontadas paradas referentes ao embuchamento desses equipamentos. Foi apontado um tempo total de parada de **21:06:00**.

Figura 40 – Água com óleo após drenagem do compressor

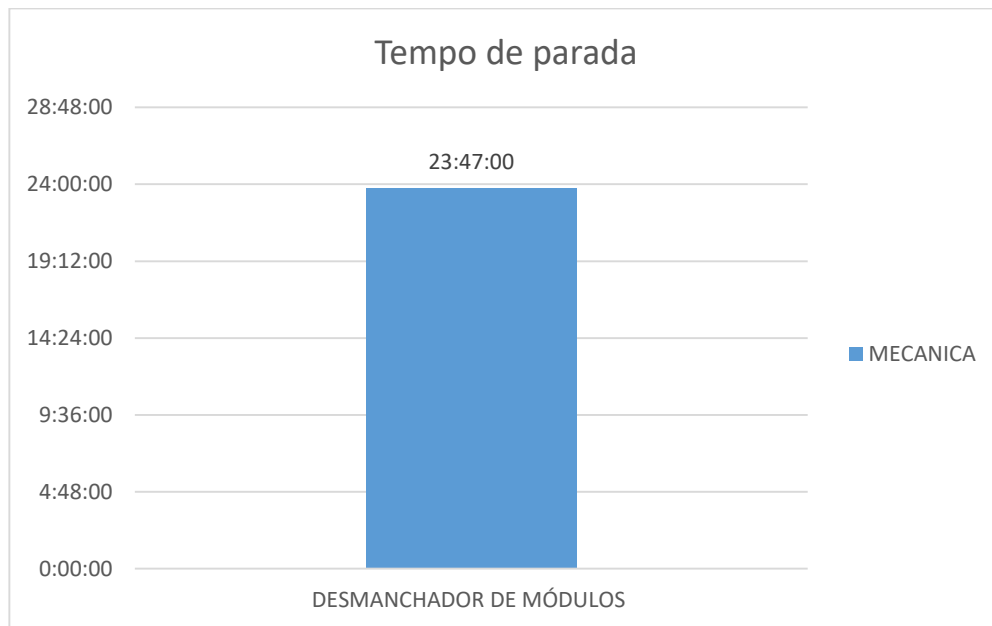


Fonte: Autor (2023)

3.9.2 Desmanchador de módulos

O desmanchador de módulos é constituído por 5 motores elétricos, 2 redutores e diversos elementos dos quais o fazem funcionar. No período entre 29/08/2023 até 30/09/2023 este equipamento apresentou paradas relevantes (GRÁFICO 4), todas pelo mesmo motivo: remendar uma corrente.

Gráfico 4 – Tempo total que o desmanchador de módulos ficou parado para manutenção da corrente.



Fonte: Autor (2023)

Um dos motores tem acoplado um redutor de velocidade cuja a função é o funcionamento da rosca transportadora que está inserida na “piranha”, na qual conduz o algodão para a esteira transportadora. Resultado de um desalinhamento nas engrenagens, a corrente de transmissão estava se rompendo de forma viciosa. Nos primeiros apontamentos apresentava um intervalo de eventos um pouco maior, mas após 12 dias do primeiro apontamento passou a ser recorrente. Além disso, o tempo do evento começou a ficar maior, visto a falta de peças para a manutenção corretiva. A corrente é do tipo simples de ASA60 e como sua troca estava intensa, começou a faltar no almoxarifado da usina, tendo que ser buscado em outros setores e fazendas, aumentando assim o tempo de reparo. No total, apresentou no período apontado um tempo de **23:47:00**.

A causa do desalinhamento era a falta de estabilidade do redutor com sua base. Um planejamento de manutenção foi elaborado com o objetivo de fixar o redutor com sua base utilizando solda e uma chapa de aço (FIGURA 41). A manutenção do redutor gerou um tempo de parada de 06:25:00, não contabilizadas acima.

Figura 41 – Redutor, transmissão com a chapa, após manutenção



Fonte: Autor (2023)

3.10 Reposição de material

O funcionamento do pistão da prensa e do calcador é impulsionado por bombas hidráulicas. Este conjunto é alimentado por um tanque de armazenamento contendo 5.000 litros de óleo 68, cujo abastecimento foi realizado no início do processo de beneficiamento, em 21/07/2023.

O bloco hidráulico do pistão da prensa apresentava um vazamento de óleo (FIGURA 42), e, além disso, após a substituição de uma mangueira (FIGURA 43), surgiu também um vazamento no bloco do calcador. Esses vazamentos persistiram por aproximadamente 2 meses.

Figura 42 – Vazamento de óleo no bloco hidráulico da prensa



Fonte: Autor (2023)

Figura 43 – Troca da mangueira hidráulica.



Fonte: Autor (2023)

A bomba hidráulica começou a apresentar ruídos e como um dos motivos claramente era a falta de óleo, foi planejado a adição de óleo no tanque. Foi adicionado aproximadamente 3.000 litros de óleo hidráulico 68 para completar o tanque.

O vazamento da mangueira foi causado pela falta da instalação do componente de vedação chamado anel o'ring. Foi comprado e colocado. No bloco, apenas foi trocado o parafuso.

3.11 Custos

Segundo Silva e Lins (2010), custos são os recursos consumidos no processo produtivo de um bem ou serviço que se espera que tragam benefícios futuros para a entidade, após a conclusão e a venda do produto. Já para Holanda (1975), custo é todo e qualquer sacrifício realizado para produzir determinado bem ou serviço, atribuindo-se a ele um preço como compensação ao sacrifício imposto aos proprietários dos fatores de produção. Desta forma, para as usinas, custos são medidas monetárias dos recursos consumidos para atingir o objetivo de beneficiar o algodão que lhes foi responsabilizado.

Os custos levados em consideração nesta análise são referentes aos valores que, devido a paralisação dos equipamentos, serão postergados ou que houve um gasto não planejado. Nestes custos entram salário dos safristas, alugueis de maquinas como de pá carregadeira, empilhadeira, geradores de energia a diesel, energia elétrica da concessionária (visto que mesmo com a parada de um equipamento, as outras maquinas e motores continuam ligados) além de óleo hidráulico.

O valor do salário dos safristas variam para cada atividade, por exemplo, operador de empilhadeira recebe um valor de R\$2.600,00 enquanto o preenseiro recebe R\$2.053,00. Para o estudo, foi feito uma média de salário mensal dos safristas e encontrado um valor de R\$2.270,00. Portanto, como a usina consta com 61 funcionários safristas, dos quais trabalham apenas no período de beneficiamento, o custo representa um valor mensal de **R\$138.470,00**, sem considerar os encargos.

A unidade de beneficiamento conta com duas pás carregadeira alugada, cada uma contribui com um valor mensal de R\$17.610,00 totalizando um gasto de total por mês de R\$35.220,00. Sobre as empilhadeiras, a usina consta com 5, sendo 2 filipada (com dois pneus na frente) e 3 do modelo mais simples. As filipadas representam um gasto de R\$37.820,00 e as outras 3 um valor de R\$21.000,00 mensal. O custo por mês das máquinas é de **R\$94.040,00**.

Para usina, foi alugado 5 geradores de energia a diesel do modelo GGs de 550 kVA para suprir a demanda de energia no caso de falta ou queda de tensão na energia da concessionara. O valor de locação e operação dos geradores foi fechado em **R\$79.000,00** (neste valor não leva

em consideração o custo de mobilidade e instalação dos geradores visto que não influenciará nos estudos.)

Como relatado no relatório, mesmo quando não há fluxo de algodão na usina por causa de alguma parada, as máquinas continuam ligadas, gastando energia. Como ainda não foi finalizado o beneficiamento do algodão para ter uma média de gastos, foi utilizado para o estudo dados do ano de 2022. No ano de 2022 a usina teve um gasto de energia médio por mês (trabalhando 26 dias) de 385.350 kWh (quilowatt hora). Considerando o preço do kWh R\$0,82 (2022) e impostos, é gasto com energia elétrica um valor mensal de **R\$315.987,00**.

Para prensa, é utilizado o óleo hidráulico 68. Cada litro deste óleo custa em média R\$15,00. Como foi repostado aproximadamente 3.000 L, totaliza um valor de R\$45.000,00.

Tabela 4 – Valores referentes aos custos e materiais.

Motivo	Valor mensal (R\$)
Energia	315.987,00
Salário	138.470,00
Gerador	79.000,00
Empilhadeira	37.820,00
Pá carregadeira	35.220,00
Material	Valor (R\$)
Óleo	45.000,00

3.12 Análises

Considerando os custos mencionados, o montante mensal totaliza R\$627.497,00. Ao dividir esse valor pelos 30 dias do mês, obtém-se um custo diário de R\$20.916,50, equivalente a R\$871,50 por hora. Diante de um período total de inatividade de 44 horas e 53 minutos. As horas paradas representaram um custo significativo de **R\$39.114,50**. Este valor, ao ser relacionado apenas a dois equipamentos e a causas potencialmente passíveis de soluções rápidas, eficazes e econômicas, revela-se um valor elevado.

Apresentando uma produção de 30 fardos por hora quando funciona normalmente, a algodoeira deixou de produzir aproximadamente **1.347 fardos de pluma**. É importante ressaltar que como a venda dos fardos não é de imediato, havendo muitos nos armazéns, não apresenta

diretamente um prejuízo monetário. Mas deve ser considerado devido ao fato de alongar o tempo de contrato trabalhistas com os colaboradores temporários, vindo de outras regiões para atender à safra.

Tabela 5 – Apresentação dos custos

Período	Valor (R\$)
Mensal (30 dias)	627.497,00
Diário	20.916,00
Hora	871,50

Na contribuição de gasto com o óleo repostado, temos um valor de **R\$45.000,00**, chegando a um valor total de **R\$84.114,50** destas 3 situações.

Tabela 6 – Apresentação dos custos totais

Causa	Valor (R\$)
Paradas	39.114,50
Reposição de óleo	45.000,00
TOTAL:	84.114,50

Este valor é alto, principalmente pelo fato de ser “causado” por eventos de simples e baratas soluções.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para reduzir custos, além de controles contábeis, são necessárias muitas ações de engenharia, gerenciais e operacionais, que devidamente aplicadas e controladas, tendem a gerar resultados satisfatórios. O monitoramento dos equipamentos constantemente gera dados dos quais pode se traçar planos de ações para evitar gastos desnecessários nas atividades.

Com base nessa experiência e na análise dos eventos, torna-se evidente que ações simples podem resultar em economias substanciais nos custos de uma usina de algodão. A aplicação de conceitos de engenharia, aliada a uma análise criteriosa dos dados, em conjunto com uma gestão e planejamento eficazes, são fundamentais para uma produção mais sustentável.

A manutenção preditiva desempenha um papel crucial na otimização operacional da agroindústria, destacando-se como uma ferramenta estratégica na redução de custos e na maximização da eficiência dos equipamentos. As empresas podem antecipar potenciais falhas em seus ativos agroindustriais, permitindo intervenções planejadas e evitando paradas não programadas. Essa abordagem não apenas aumenta a confiabilidade operacional, mas também contribui para a sustentabilidade financeira.

Além de uma análise técnica dos dados coletados, previamente se faz necessário um registro confiável dos mesmos. Treinar os colaboradores responsáveis pelos apontamentos é de suma importância para a confiabilidade das informações e eventos.

Durante o estudo e vivência, foi ressaltada a importância do controle do almoxarifado, desde a organização até o conhecimento dos consumos. Sem conhecimento dos consumos não há controle; sem controle, não há gestão; e, sem gestão, não haverá melhoria. A redução do custo do beneficiamento começa por seu conhecimento detalhado.

Com a mesma importância da parte técnica e gestora evidenciada neste relatório, a comunicação entre os diversos setores envolvidos num processo de beneficiamento deva ser de forma assertiva e clara. A elaboração de DDS (diálogo diário de segurança) auxilia em uma comunicação melhor. Destaco também que a gestão eficiente de pessoas, liderança sólida e inteligência emocional são fundamentais para o sucesso de um engenheiro/gestor em uma indústria. Esses elementos promovem motivação, resolução de conflitos, desenvolvimento de equipe e tomada de decisões estratégicas

Pode-se evidenciar também a eficácia de um Engenheiro Agrícola nos processos agroindustriais. Com uma base teórica abrangendo 10 áreas de atuação, como mecânica, elétrica e pós-colheita além de muitas outras, ele se torna um profissional competente para realizar atividades em uma algodoeira, desde manutenções até a coordenadoria.

REFERÊNCIAS

ANTHONY, W. Stanley. **Cotton ginner's handbook**. Department of Agriculture Agricultural Research Service, 1994.

DE-CARLI, Rafael Moura; DE OLIVEIRA, Edenis Cesar. **Gestão Agroindustrial: Estudo das Operações na Cadeia do Algodão da Cooperativa Agroindustrial Holambra**

II e Associação Paulista dos Produtores de Algodão (APPA). Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 6, p. 58979-59002, 2021.

TURNER, A. **Manual do plantador d'algodão.** Officina Typ. do Frias, 1859.

BACHELLER, Bruno *et al.* **Manual de beneficiamento do algodão.** Cuiabá: IMAmt, 2014.

BÉLOT, Jean-Louis *et al.* **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso.** Cuiabá: IMAmt, 2019.

MPAGRO. **Importância nacional do algodão.** Brasil: MPAgro, 2022. Disponível em: <https://mpagro.com.br/blog/agronegocio/importancia-nacional-algodao/>. Acesso em: 21 out. 2023.