



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS PENEDO
CURSO TÉCNICO SUBSEQUENTE EM QUÍMICA**

JOSÉ GUSTAVO DOS SANTOS SILVA

ENSAQUE E ARMAZENAGEM DO AÇÚCAR CRISTAL

**PENEDO, AL
2025**

JOSÉ GUSTAVO DOS SANTOS SILVA

ENSAQUE E ARMAZENAGEM DO AÇÚCAR CRISTAL

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Subsequente em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Química.

Orientador: Prof. Dr. Mirelle Márcio Santos Cabral

PENEDO, AL
2025



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Penedo
Biblioteca

S586e

Silva, José Gustavo dos Santos.

Ensaque e armazenagem do açúcar cristal / José Gustavo dos Santos Silva. – 2025.

21f.; il.

Orientação: Prof. Mirelle Márcio Santos Cabral.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Subsequente em Química) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Penedo*, Penedo, 2025.

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Açúcar cristal. 2. Indústria sucroenergética. 3. Processos industriais. I. Cabral, Mirelle Márcio Santos. II. Título.

CDD: 664.1

Maria Luzia Alexandre de Oliveira
Bibliotecária/Documentalista
CRB-4/2159

JOSÉ GUSTAVO DOS SANTOS SILVA

ENSAQUE E ARMAZENAGEM DO AÇÚCAR CRISTAL

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Subsequente em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Química.

APROVADO(A) EM: 17/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Mirelle Marcio Santos Cabral

Prof. Dr. Mirelle Marcio Santos Cabral (orientador)
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

Renan Atanazio dos Santos

Prof. Dr. Renan Atanázio dos Santos
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

Martha Suzana Rodrigues dos Santos Rocha

Prof.^a. Dr.^a. Martha Suzana Rodrigues dos Santos Rocha
Instituto Federal de Alagoas – IFAL

ENSAQUE E ARMAZENAGEM DO AÇÚCAR CRISTAL

CRYSTAL SUGAR BAGGING AND STORAGE

José Gustavo dos Santos Silva¹

RESUMO

A manutenção da qualidade do açúcar cristal nas etapas finais de ensaque e armazenagem é um desafio crítico para a indústria sucroenergética brasileira. O objetivo deste trabalho foi analisar o processo de ensaque e armazenagem em uma usina de médio porte, comparando as práticas observadas com o referencial teórico de qualidade, tecnologia e segurança. Para isso, aplicou-se um estudo qualitativo, utilizando a observação participante para mapear o fluxo produtivo. A observação revelou um processo complexo, com múltiplos pontos críticos de controle (PCC's) para segurança de alimentos (ISO 22000), mas também práticas de adaptação, como o uso de armazéns infláveis e a cobertura de lotes com lona plástica. Concluiu-se que a usina demonstra robustez na prevenção de contaminação (PCC's), porém ainda apresenta divergências da teoria, se comparado com as práticas de armazenagem (controle de umidade) e ergonomia (manuseio de sacaria).

Palavras-chave: Indústria Sucroenergética; Açúcar Cristal; Ensaque; Armazenagem; Estudo Qualitativo.

ABSTRACT

Maintaining the quality of crystal sugar during the final stages of bagging and storage is a critical challenge for the Brazilian sugar-energy industry. The objective of this study was to analyze the bagging and storage process in a medium-sized plant, comparing observed practices with the theoretical framework of quality, technology, and safety. To this end, a qualitative study was conducted, employing participant observation to map the production flow. The observation revealed a complex process with multiple Critical Control Points (CCP's) for food safety (ISO 22000), as well as adaptive practices, such as the use of inflatable warehouses and covering batches with plastic tarps. It was concluded that the plant demonstrates robustness in preventing contamination (CCP's), yet still shows divergences from theory regarding storage practices (humidity control) and ergonomics (bag handling).

Keywords: Sugar-Energy Industry; Crystal Sugar; Bagging; Storage; Qualitative Study.

1 INTRODUÇÃO

O açúcar é um dos alimentos mais consumidos no mundo e o Brasil está diretamente ligado a esse cenário sendo o seu maior produtor e exportador, além de também deter o título de maior produtor mundial da cana-de-açúcar, sua matéria prima e cultura de grande importância. Segundo Yara Brasil (2023), o cultivo desta planta é muito relevante para a economia brasileira, sendo um dos principais produtos de exportação do país. Muitas cidades e municípios brasileiros têm na cana-de-açúcar a principal atividade econômica, gerando renda e movimentando a economia local. A presença de usinas e destilarias também impulsiona o desenvolvimento de infraestrutura e serviços nas regiões produtoras (GEOINOVA, 2023).

A indústria sucroenergética atua significativamente no segmento alimentício por meio da fabricação do açúcar. Diante disso, a qualidade e segurança no processo produtivo são pontos cruciais para que o alimento esteja pronto para consumo e livre de contaminantes. De acordo com Senior (2024), garantir que o produto final esteja pronto para o consumo é uma prioridade, e isso envolve rigorosos controles de qualidade e a adoção de padrões sanitários elevados. Conforme descrito por Raízen (2022), o processo de fabricação do açúcar envolve várias etapas, desde a chegada da matéria prima até a secagem, separação magnética e, por fim, deve passar por um detector de metais, equipamento indispensável no processo produtivo. Somente após todas essas etapas, o produto final está pronto para ser ensacado e posteriormente armazenado.

As etapas de ensaque e armazenagem são pontos-chave para a manutenção da qualidade do produto final, pois é nesses momentos que o açúcar entra em contato direto com o ambiente externo. Diante disso, é de extrema importância realizar treinamentos, bem como orientar e disponibilizar assistência necessária para os colaboradores envolvidos, a fim de dispor de uma equipe preparada para realizar e manter o controle da produção na qualidade desejada. Um alimento sem um adequado controle de produção, qualidade e segurança, certamente causará danos à saúde dos consumidores, má satisfação do cliente, perda de participação no mercado e desvalorização da marca, afetando diretamente sua credibilidade. Para tanto, é necessário que o produtor assuma um compromisso com a qualidade do produto, e modernize-se por meio de implementação de práticas higiênicas, aquisição de equipamentos, controle de qualidade do processo e melhorias na apresentação do produto (SEBRAE, 2005).

No entanto, embora esse tema seja muito relevante para a indústria alimentícia, bem como para o mercado consumidor e a sociedade, ainda há uma escassez de estudos de caso

qualitativo e detalhado sobre tal assunto. Diante disso, a presente pesquisa busca preencher essa lacuna na literatura, analisando etapas que são fundamentais para a garantia da qualidade do produto final.

Através desta pesquisa, pretende-se analisar como é o processo de ensaque e armazenagem do açúcar cristal descrevendo os principais equipamentos envolvidos e sua função. Além destes, serão analisadas as medidas empregadas para assegurar um bom produto final, dentro dos padrões de segurança e de qualidade e, mencionar as ações implementadas para garantir a capacitação dos colaboradores para o trabalho a ser exercido.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido por meio da pesquisa e, principalmente, a observação do processo em uma indústria sucroenergética localizada no estado de Alagoas. A coleta de dados teve como técnica principal a observação participante, na qual o pesquisador pôde documentar de forma sistemática o fluxo do processo, os equipamentos utilizados e as rotinas de trabalho do setor de ensaque e armazenagem.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PARÂMETRO DE QUALIDADE DO AÇÚCAR CRISTAL

A manutenção e garantia da qualidade do açúcar cristal após a produção é um dos maiores desafios da indústria sucroenergética. O ponto central desse desafio é a forma como o produto interage com o ar. Essa interação é explicada pela sua característica higroscópica (capacidade natural de absorver e reter a umidade do ar). Como aponta Pontes (2015), os cristais de açúcar têm capacidade de ceder ou receber água na forma de vapor do ar, devido sua higroscopicidade. Portanto, o açúcar não é um produto sem atividade, ele está em uma troca constante com o ambiente, o que o torna muito vulnerável e sensível à condições de armazenagem inadequadas.

Se o açúcar troca umidade com o ar, é de grande importância saber qual é o ponto de equilíbrio para evitar o empedramento (absorção de umidade do ambiente e temperatura elevada, fazendo com que os cristais se aglomerem e formem blocos duros). A literatura técnica define este ponto de equilíbrio de forma precisa. As isotermas de sorção calculadas mostraram a perda de umidade para a atmosfera em umidades relativas abaixo de 60% e o ganho de umidade do açúcar em umidades relativas acima de 70% (JAMBASSI, 2017). Isso demonstra que a faixa ideal de armazenagem é crítica, sendo entre 60% e 70% de umidade

relativa, e que qualquer valor acima de 70% iniciará o processo de deterioração (causada principalmente por fatores físicos e químicos, com destaque para a umidade e a temperatura) e empedramento do açúcar.

3.2 TECNOLOGIAS E PROCESSOS DE ENSAQUE

Após os processos de fabricação e secagem estarem concluídos, o açúcar cristal segue para a etapa final de acondicionamento, o ensaque. Este é um ponto de grande importância que define tanto a precisão da pesagem comercial para atender às exigências e normas legais, quanto o ritmo de saída da produção da planta.

A indústria dispõe de diferentes tecnologias para esta finalidade, classificadas principalmente pelo seu método de dosagem. Essa divisão, de acordo com o mecanismo de funcionamento, é bem definida por Tranquilino (2023). Segundo o autor, outra forma de classificar as ensacadeiras é através do seu mecanismo de funcionamento. Entre as principais, estão: ensacadeira gravimétrica, recomendada para materiais que possuem boa fluidez e, ensacadeira por rosca sem fim, que tem a finalidade de realizar o enchimento contínuo e controle de dosagem do material. Isso demonstra que a escolha do equipamento está diretamente ligada às características do produto para garantir uma dosagem correta e eficiente.

Tão importante quanto o mecanismo de enchimento, é o sistema que realiza a pesagem. A precisão no peso é uma exigência comercial e a tecnologia que é ponto-chave para isso é a célula de carga. Uma das principais aplicações da célula de carga é nas balanças comerciais (DE MATOS, 2020). Conforme no contexto industrial, isso significa que este importante componente eletrônico é o responsável por garantir que cada saco contenha o peso exato, evitando perdas financeiras para a usina e garantindo a conformidade para o cliente.

3.3 TIPOS DE EMBALAGENS PARA O ACONDICIONAMENTO

A indústria utiliza diferentes formatos de embalagem e materiais, dependendo se o destino do produto se trata de clientes varejistas ou clientes também do setor industrial. Essa divisão de formatos e materiais é bem descrita por Machado (2016), onde as sacas de 50 kg, bastante comuns, podem ser de algodão, polietileno e mistura de algodão com polietileno, já as embalagens maiores, também conhecidas como *big bag*, são fabricadas em polietileno e são destinadas ao fornecimento de grandes quantidades às indústrias alimentícias. Fica evidente que o polietileno é um material bastante utilizado para ambos os formatos, certamente por sua grande resistência e proteção contra a umidade, sendo de grande valia para as indústrias.

Além desses materiais, o setor demonstra uma notável tendência logística de migração do formato tradicional de 50 kg para volumes maiores como os *big bags*. Essa visão é apoiada pela literatura, que aponta a mudança no padrão de mercado. A embalagem mais comum atualmente são os *big bags*, sacos de 1.000 kg do produto, sobrepujando o uso dos antigos sacos de algodão contendo 50 kg, (SALATA, 2006). Isso demonstra uma evolução no processo, onde o *big bag* se torna a preferência, otimizando o transporte e, principalmente, reduzindo a necessidade de manuseio e operação manual.

3.4 LOGÍSTICA E CONDIÇÕES IDEAIS DE ARMAZENAGEM

A etapa de armazenagem exige um controle muito rigoroso para que todo o esforço de produção não seja em vão. A importância de se estabelecer um controle dos fatores ambientais de armazenamento tais como temperatura, umidade, presença de luz, e o tempo de armazenamento do produto é de notável significância. Além disso, para garantir o alto nível de qualidade do produto, é preciso manter um controle rigoroso dos diversos itens de especificação do produto com a aplicação direta dos princípios das Boas Práticas de Fabricação (BPF - Normas que visam garantir a qualidade e segurança dos produtos durante todo o processo de produção), Análise de Perigos e Pontos Crítico de Controle (APPCC - sistema preventivo de gestão da segurança alimentar que identifica, avalia e controla riscos biológicos, químicos e físicos em todas as etapas da cadeia de produção de alimentos) e atendimento a legislação vigente (JAMBASSI, 2017). Portanto, fica evidente que o armazém não é um simples depósito, mas uma etapa vital para o controle de qualidade, que deve gerenciar tanto o ambiente quanto os processos realizados.

Para que as BPF's sejam aplicadas, a própria estrutura física do armazém deve ser planejada para a segurança de alimentos. Sobre isso, e, de acordo com Marini (2014), a área interna deve ser construída com materiais resistentes com acabamento liso, lavável, e impermeável. O espaço deve ser dimensionado de acordo com o fluxo de produção e o seu *layout* permitir um fluxo contínuo sem cruzamento, além de propiciar adequada organização, conforme empilhamento mostrado na Figura 1.

Figura 1- Estoque de sacaria



Fonte: JORNALCANA, 2016.

Isso demonstra que o “*design*” do armazém se torna uma ferramenta de extrema importância para prevenir a contaminação e garantir a integridade do produto.

3.5 SEGURANÇA NO TRABALHO E ERGONOMIA

O processo de ensaque e armazenagem envolve riscos diretos ao colaborador, especificamente no que diz respeito ao transporte e movimentação de cargas pesadas (sacos e *big bags*). A legislação brasileira possui uma norma específica para este tipo de atividade. Conforme apontado por Oliveira e Tognon (2024), não se pode esquecer que a NR-11 (Norma Regulamentadora que estabelece diretrizes de segurança para o transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais) tem como objetivo a segurança, cujo foco é apoiar os colaboradores que atuam nas atividades na qual a NR mencionada se refere. Com isso, a NR-11 é a norma legal que rege a segurança de todo o processo de manuseio dos sacos e *big bags* dentro da usina.

A existência dessa norma é justificada pelo extremo risco ergonômico da atividade, especialmente no manuseio manual dos sacos de 50 kg. O esforço físico desempenhado nessa tarefa, que a NR-11 visa proteger, foi perfeitamente descrito por Salata (2006), onde foi destacada a dificuldade dos operadores em curvar-se ao nível do solo para pegar um saco de 50 kg e levá-lo até a altura da cintura, aproximadamente, gerando grande esforço físico. Isso demonstra que a atividade manual não é apenas cansativa, mas também uma fonte direta de risco de lesão, justificando, assim, a busca da indústria por automação e pelo uso de *big bags* para evitar estes riscos.

Com base na literatura (umidade entre 60 e 70%; peso exato do produto ensacado; embalagem ideal; condições ideais de armazenagem; segurança ergonômica do trabalhador),

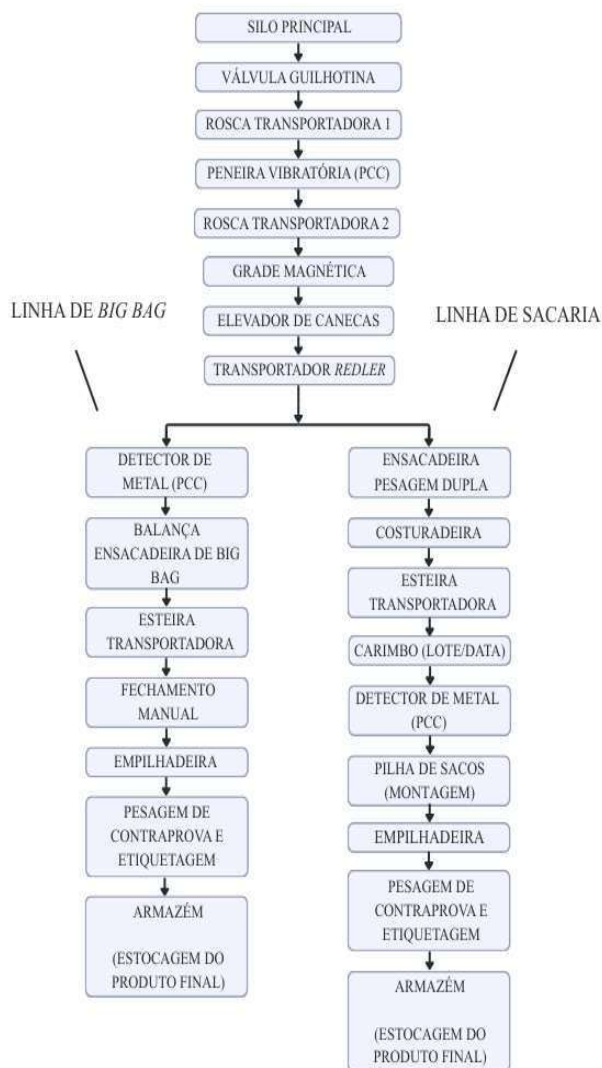
fica claro que o padrão de excelência no processo não depende apenas de um ensaque e uma armazenagem adequada, mas do conjunto descrito pelos autores como um todo.

4 PROCESSO DE ENSAQUE E ARMAZENAGEM DO AÇÚCAR CRISTAL

Este capítulo apresenta os dados coletados por meio da observação participante. O processo é apresentado de forma descritiva, detalhando o fluxo, os equipamentos utilizados, a armazenagem e as ações observadas para a capacitação dos colaboradores envolvidos.

O processo é ilustrado pelo fluxograma mostrado na Figura 2, seguido de um quadro identificando os principais equipamentos utilizados, a descrição textual de cada etapa do fluxograma e, por fim, um breve relato de treinamentos, palestras e demais interações voltadas a integração dos envolvidos nas atividades do setor.

Figura 2 - Fluxograma do processo de ensaque e armazenagem observado.



*PCC: Ponto Crítico de Controle

Fonte: O AUTOR, 2025.

Dentre todos os equipamentos utilizados para executar o fluxo de processo detalhado na Figura 2, somente os principais estão presentes no Quadro 1, onde o mesmo apresenta a sua principal função observada no setor.

Quadro 1 - Principais equipamentos do setor de ensaque e armazenagem

EQUIPAMENTO	FUNÇÃO PRINCIPAL OBSERVADA
Válvula guilhotina	Controlar/bloquear o fluxo de açúcar do silo principal.
Roscas transportadoras	Transportar o açúcar horizontalmente (alimentação).
Peneira vibratória (PCC)	Reter aglomerados e impurezas do açúcar.
Grade magnética	Reter partículas ferrosas.
Elevador de canecas	Transportar o açúcar verticalmente.
Transportador <i>redler</i>	Distribuir o açúcar horizontalmente para as linhas de produção.
Detectores de metal (PCC)	Inspecionar o produto, em linha, por contaminação metálica.
Ensaqueira pesagem dupla	Pesar e encher os sacos de 50 kg.
Costuradeira	Fechar a boca dos sacos de 50 kg.
Carimbo (datador)	Imprimir lote e data nos sacos (rastreadibilidade).
Balança ensaque de <i>big bag</i>	Pesar e encher os <i>big bags</i> (1.250 kg).
Empilhadeira	Movimentar e empilhar os sacos e <i>big bags</i> .
Balança de contraprova	Verificar o peso final da pilha de sacos e <i>big bags</i> .

Fonte: O AUTOR, 2025.

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO OBSERVADO

O processo de ensaque e armazenagem, conforme ilustrado no fluxograma da Figura 2, é um fluxo contínuo que se inicia no silo principal, onde o açúcar cristal já produzido será recepcionado.

A partir daí, o açúcar passa pela válvula guilhotina, que controla o fluxo e a queda do produto para a rosca 1, conforme ordenado pela liderança por meio da necessidade de ensaque da planta industrial. Esta primeira rosca transporta o açúcar até a peneira vibratória (Figura 3), um ponto crítico de controle focado em reter aglomerados e impurezas.

Figura 3 - Peneira vibratória horizontal



Fonte: MHS, 2019.

Após passar pela peneira, todo o açúcar segue para a rosca 2. Esta, transporta todo o produto e o despeja na grade magnética (Figura 4). A grade, por sua vez, realiza a retenção de partículas ferrosas provenientes dos processos anteriores de produção do açúcar.

Figura 4 - Grade magnética de limpeza automática



Fonte: CIMM, 2021.

Em seguida, o açúcar é movido verticalmente pelo elevador de canecas e distribuído horizontalmente, pelo transportador redler (Figura 5), para as linhas de produção (*big bag* e *sacaria*).

Figura 5 - Transportador redler

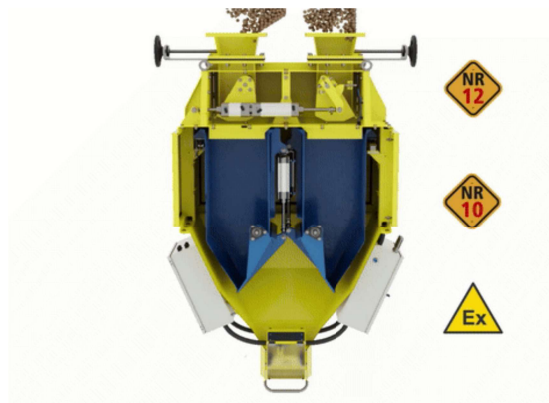


Fonte: TETRACOM, 2022.

4.1.1 LINHA DE SACARIA

Nesta linha de produção, o produto segue para a ensacadeira de pesagem dupla, conforme ilustrado na Figura 6, onde a pesagem é realizada rapidamente e, posteriormente descarrega o açúcar para o enchimento após o operador colocar o saco de polipropileno (50 kg). Importante ressaltar que os sacos (50 kg) contam com uma embalagem protetora interna, um *liner*.

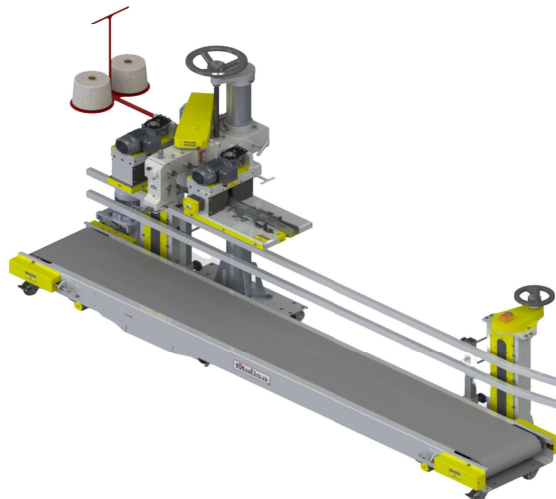
Figura 6 - Ensacadeira de alta velocidade



Fonte: ALFA INSTRUMENTOS, 2016.

Uma vez cheio, o saco é direcionado para a costuradeira, que realiza o fechamento mecânico da embalagem (Figura 7). O operador direciona a boca do saco até as agulhas e pisa em um pedal que sincroniza a máquina de costura à esteira onde o saco está encima. Tanto a esteira mencionada quanto a costuradeira, operam apenas quando o profissional pisa no pedal.

Figura 7 - Sistema de costura MF-1



Fonte: MATISA, 2025.

Após esta etapa, a esteira transportadora move o saco já costurado para o carimbador/datador (Figura 8). Este equipamento insere as informações de lote e data na embalagem por meio de uma impressão por jato de tinta. Tal etapa é crucial para a total rastreabilidade do produto. Também são realizados testes periódicos de verificação no equipamento para garantir seu funcionamento.

Figura 8 - Impressora jato de tinta contínuo (carimbador)



Fonte: SULJETT, 2024.

Imediatamente após o carimbo, o saco segue para o detector de metal (PCC), ilustrado na Figura 9, sendo mais um ponto crítico de controle do processo, focado em realizar uma inspeção final de possíveis contaminantes metálicos ainda existentes. Os tipos são: metal ferroso, não ferroso e aço inox. Há também testes diários com corpos de prova no equipamento para verificar se o mesmo está operando corretamente.

Figura 9 - Detector de metal (sacaria)



Fonte: PERFOR, 2024.

Em seguida, os sacos são destinados para a área de montagem da pilha, onde é realizada manualmente pelos colaboradores. Posteriormente a empilhadeira transporta a pilha (Figura 10), seguindo para a pesagem de contraprova e etiquetagem, onde é verificado se o peso está dentro da tolerância, de acordo com as normas.

Figura 10 – Pilha de sacos



Fonte: MF RURAL, 2025.

Em seguida, é colado a etiqueta que contém as informações do produto e então o destinam ao armazém para ser estocado.

4.1.2 LINHA DE *BIG BAG*

A linha de *big bag* possui um fluxo distinto. Primeiro, o produto passa pelo detector de metal vertical (PCC) antes do envase. Em seguida, o açúcar desce para a balança ensacadeira, um equipamento único que realiza tanto a pesagem quanto o enchimento da embalagem, conforme a Figura 11 o mostra, sendo operado por profissionais especializados.

Figura 11 - Balança de ensaque de *big bag* (balança ensacadeira)



Fonte: RB BALANÇAS, 2025.

Após o enchimento, o *big bag* é movido pela esteira transportadora para a etapa de fechamento manual. Em seguida, uma empilhadeira o transporta para a pesagem de contraprova e etiquetagem, onde também é verificado se o peso do produto já embalado está

dentro da tolerância. Posteriormente é feita a colagem da etiqueta contendo as informações do produto e o mesmo é destinado à estocagem em armazém como mostrado na Figura 12.

Figura 12 - Estoque de *big bags*



Fonte: MAX PLUS COMPANY, 2023.

Importante citar que, diferente dos sacos, os *big bags* não são carimbados, mas as informações de data/lote estão disponíveis na etiqueta colada nos mesmos. Outro ponto, é que a balança de contraprova utilizada é do tipo plataforma (Figura 13), sendo utilizada para ambos os tipos de embalagem. A mesma possui um indicador de peso e sua capacidade de pesagem de até 3.000 kg.

Figura 13 - Balança industrial digital (plataforma)



Fonte: SPINDUSTRIAL, 2016.

4.1.3 PRÁTICAS DE ARMAZENAGEM E ESTOCAGEM FINAL OBSERVADAS

Conforme o fluxograma da Figura 2, ambas as linhas de produção alimentam um armazém para estocagem final. Durante a observação participante, foi possível notar práticas específicas de armazenagem no local.

Observou-se o uso de dois tipos distintos de estruturas de armazenagem, um de estrutura em alvenaria e um de estrutura inflável. Em ambos os locais, o método de estocagem é o empilhamento em blocos com uso de empilhadeira. Também foi observado uma prática de proteção adicional: uma lona plástica é forrada no piso para "envolver" a base do lote e, após

estar concluído, o mesmo é coberto com outra lona plástica para melhor segurança do produto.

4.2 TREINAMENTOS E AÇÕES VOLTADOS À CAPACITAÇÃO

Durante o período de observação, foi possível notar ações empregadas para garantir a capacitação dos colaboradores do setor para a execução das atividades, tais como: treinamentos, palestras e Diálogos Diário de Segurança e Qualidade do Alimento (DDS-QA) voltadas à segurança física dos trabalhadores e à segurança e qualidade do produto (BPF, monitoramentos dos equipamentos, limpeza, higienização, armazenagem e organização do setor) utilizando normas de segurança e os Procedimentos Operacionais Padrão (POP's - documentos técnicos que descrevem, passo a passo, como executar tarefas específicas de forma padronizada, higiênica e segura) como guia.

4.3 ANÁLISE DA SEGURANÇA DE ALIMENTOS E PCC'S

A discussão inicia-se destacando um ponto de forte convergência entre a teoria e a prática. O estudo mostra que a usina aplica rigorosamente os princípios citados por Jambassi (2017), pois a presença de pontos críticos de controle (PCC's), como a peneira vibratória e os detectores de metal, é uma prova concreta disso.

Finalmente, as verificações diárias e periódicas, os treinamentos e os diálogos (DDS-QA) demonstram que a empresa não apenas possui bons equipamentos, mas também mantém um sistema ativo de monitoramento, alinhando-se às práticas de segurança de alimentos citadas na literatura (Boas Práticas de Fabricação e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) e a ISO 22000 (norma internacional que especifica os requisitos para um sistema de gestão da segurança de alimentos, onde seu objetivo é garantir que os alimentos sejam seguros no momento do consumo, controlando perigos biológicos, químicos e físicos).

4.4 ANÁLISE ERGONÔMICA DO PROCESSO DE SACARIA

O segundo ponto de análise é a tensão entre a ergonomia ideal e a necessidade da operação. Salata (2006) descreveu com precisão o “grande esforço físico” de manusear sacos de 50 kg, e Oliveira e Tognon (2024) apontaram a NR-11 como a regra de segurança para esta tarefa. Observou-se que a usina possui uma linha moderna de *big bag*, seguindo a abordagem dos autores, mas ainda opera uma linha de sacaria onde os colaboradores realizam a montagem manual das pilhas de saco. Com isso, o centro da discussão é que o processo de

sacaria manual, como observado, continua com o risco ergonômico que a literatura tanto quer evitar, criando uma tensão entre a produção e a segurança ideal do trabalhador.

4.5 ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE ARMAZENAGEM

O ponto mais notável de divergência entre a teoria e a prática é a armazenagem. O Referencial Teórico estabeleceu um padrão ideal muito claro, o controle rigoroso da umidade, entre 60% e 70%, segundo Jambassi (2017), e uma estrutura física controlada e lavável, segundo Marini (2014).

A observação, no entanto, mostra uma realidade diferente. A presença de um armazém inflável e o uso de lonas plásticas para “envelopar” a base e “cobrir” o lote, sugerem que a usina não possui armazéns climatizados com controle de umidade. A lona plástica é, então, uma solução de adaptação, pois é uma tentativa de criar uma barreira de proteção individual para o lote de açúcar armazenado em vez de controlar o ambiente do armazém como um todo. Esta adaptação, embora funcione muito bem para a realidade da empresa, apresenta uma oportunidade de melhoria, pois o ideal teórico não é plenamente atendido, e a lona pode dificultar a inspeção de pragas, um pilar das BPF.

5 CONCLUSÃO

A partir da observação do processo, foi possível comparar as práticas reais observadas com o referencial teórico estabelecido pela literatura.

Conclui-se que o processo da usina e área observada, apresenta um notável alinhamento com a teoria no quesito de segurança de alimentos, como visto nos múltiplos PCC's. Entretanto, a análise revelou duas divergências interessantes a serem observadas: na armazenagem, o uso de lonas plásticas e a estocagem do produto em armazém inflável é uma adaptação à realidade que não está de acordo com o ideal teórico, no que diz respeito ao controle da umidade; Na ergonomia, a operação da linha de sacaria manual ainda mantém um risco físico claro ao trabalhador.

Com base na análise, é sugerido melhorias como: a instalação de sensores de umidade e desumidificadores no armazém de alvenaria para que a necessidade de uso da lona plástica seja reduzida; a realização de um estudo ergonômico na linha de produção de sacaria para reduzir os riscos no trabalho dos colaboradores; A padronização dos treinamentos de BPF focados no controle de pragas nos armazéns.

Como sugestão para possíveis trabalhos futuros, é indicado um estudo comparativo dos custos entre o sistema de lona que atualmente está em operação e a climatização dos armazéns.

REFERÊNCIAS

ALFA INSTRUMENTOS. **Ensacadeira de alta velocidade**, 08/10/2016. Disponível em: <<https://www.alfainstrumentos.com.br/product/ensacadeira-de-alta-velocidade/>>. Acesso em 17/11/2025.

CIMM. **Grade Magnética de Limpeza Automática**, 05/10/2021. Disponível em: <https://www.cimm.com.br/portal/produtos/exibir/33941-grade-magnetica-de-limpeza-automatica#google_vignette>. Acesso em 17/11/2025.

DE MATOS, Dionatan Breskovit et al. Instrumentação de um sistema de sensoriamento: montagem de uma plataforma protótipo para a aquisição do empuxo de propulsores eletromecânicos. *Brazilian Journal of Development*, V. 6, n. 10, p. 78039-78050, 2020.

GEOINOVA. **O cultivo de cana de açúcar no Brasil e sua importância econômica**, 12/09/2023. Disponível em: <<https://geoinova.com.br/o-cultivo-de-cana-de-acucar-no-brasil-e-sua-importancia-economica/#:~:text=O%20cultivo%20de%20cana%20de%20a%C3%A7%C3%BAcar%20no%20Brasil%20%C3%A9%20uma,comercial%20e%20no%20desenvolvimento%20regional>>. Acesso em 12/09/2024.

JAMBASSI, Jessica Rodrigues. **Aspectos da qualidade do açúcar: impactos de diferentes condições de armazenamento e método de classificação por espectroscopia Raman**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

JORNALCANA. **Americana Cristal Sugar investe US \$ 40 milhões em armazenagem de açúcar**, 07/04/2016. Disponível em: <<https://jornalcana.com.br/mercado/americana-cristal-sugar-investe-us-40-milhoes-em-armazenagem-de-acucar/>>. Acesso em 22/11/2025.

JORNALCANA. **“Apesar da saída de algumas usinas, expectativa é de moagem em alta”, diz Copersucar**, 09/03/2016. Disponível em: <<https://jornalcana.com.br/mercado/usinas/apesar-da-saida-de-algumas-usinas-expectativa-e-de-moagem-em-alta-diz-copersucar/>>. Acesso em 23/11/2025.

MACHADO, Simone Silva. *Tecnologia da fabricação do açúcar*. 2016.

MARINI, N. Implantação das boas práticas de fabricação em uma indústria de açúcar mascavo: um estudo de caso. **Engenharia de Alimentos Campus Cuiabá-Bela Vista. TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO**, v. 2, 2014.

MATISA. **Sistema de Costura MF-1**, 04/07/2025. Disponível em: <<https://matisa.com.br/sistema-de-costura-industrial-mf-1/>>. Acesso em 18/11/2025.

MAX PLUS COMPANY. **Estocagem Do Açúcar Na Temperatura Ideal Para O Grão**, 26/07/2023. Disponível em: <<https://maxpluscompany.com/pt/estocagem-de-acucar-na-temperatura-ideal/>>. Acesso em 22/11/2025.

MF RURAL. **Sling**, 09/10/2025. Disponível em: <<https://www.mfrural.com.br/detalhe/270202/sling?srsltid=AfmBOop1QBVE9xCjePTLIIIg2DqfbjWahrAJdr7hbTH7aUIsTCv6zNuH>>. Acesso em 19/11/2025.

MHS. **Peneira vibratória horizontal**, 12/05/2019. Disponível em: <<https://www.mhs.com.br/peneira-vibratoria-horizontal/>>. Acesso em 17/11/2025.

OLIVEIRA, Aline Gabriela de; TOGNON, Renato Menão. A importância do layout em um supermercado na área de Segurança do Trabalho. 2024.

PERFOR. **Equipamentos/Detectores de metais**, 17/06/2024. Disponível em: <<https://perfor.ind.br/equipamentos/detectores-de-metais/>>. Acesso em 17/11/2025.

PONTES, Tatiana Gomes de. Avaliação do sistema de secagem do açúcar da Usina Monte Alegre. 2015.

RAÍZEN. **Produção de Açúcar: Conheça as Etapas e Processos**, 30/12/2022. Disponível em: <<https://www.raizen.com.br/blog/producao-acucar/>>. Acesso em 13/09/2024.

RB BALANÇAS. **Balança de Ensaque de Big-Bag**, 23/09/2025. Disponível em: <<https://rbbalancas.com.br/produtos/balanca-de-ensaque-de-big-bag/>>. Acesso em 19/11/2025.

SALATA, Cristiane da Cunha. Estudo de caso: logística de carga de açúcar em xaroparia. 2006.

SEBRAE. **O Novo Ciclo da Cana: Estudo sobre a Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar e Prospecção de Novos Empreendimentos**. Brasília: IEL/NC; SEBRAE, 2005.

SENIOR. **Indústria de Alimentos: Tendências e Desafios**, 19/07/2024. Disponível em: <<https://www.senior.com.br/blog/industria-de-alimentos/>>. Acesso em 13/09/2024.

SPINDUSTRIAL. **Balança Industrial Digital 3000 kg**, 20/01/2016. Disponível em: <<https://www.spindustrial.com.br/balanca-digital-industrial-3000-kg-plataforma-200-x-200cm-micheletti-mic-3000.html>>. Acesso em 18/11/2025.

SULJETT. **Impressora jato de tinta contínuo B160WG**, 06/08/2024. Disponível em: <<https://suljett.com/?product=hitachi-ux-b160wg>>. Acesso em 18/11/2025.

TETRACOM. **Transportador Redler**, 21/05/2022. Disponível em: <<https://tetra.com.br/transportador-redler/>>. Acesso em 17/11/2025.

TRANQUILINO, Cleiton Jhones de Andrade et al. Relatório de estágio obrigatório empresa: Suna Engenharia. 2023.

YARA BRASIL. **Quem São os Maiores Produtores de Cana-de-Açúcar?**, 20/07/2023. Disponível em: <<https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/producao-mundial-de-cana-de-acucar/>>. Acesso em 13/09/2024.