

# PRODUÇÃO DE AÇÚCAR REFINADO NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA.

## AUTORES

**Renan Alex AQUINO**

Discente do Curso de Engenharia de Alimentos- UNILAGO

**Patrícia de Carvalho DAMY-BENEDETTI**

Docente do Curso de Engenharia de Alimentos- UNILAGO

## RESUMO

O Brasil é o maior produtor de açúcar do mundo, 23% de todas as fábricas se concentram no Brasil, além de 49% de toda exportação mundial, com 666,8 milhões de toneladas na safra 2019/20, sendo o estado de São Paulo responsável por 55,24% de toda produção do país. A cana-de-açúcar passa por várias etapas até a produção de seu produto final, passando por diferentes processos e tecnologias que são aplicadas durante o seu percurso de preparo do solo, plantação de mudas, prevenção de pragas, fertilização e irrigação. A segunda etapa consiste em retirar essa cana e transportar até a usina, onde irá ser processada. Hoje em dia as agroindústrias que trabalham com refinaria, estão cada vez mais procurando tecnologia para melhorar a produção de seus produtos garantindo qualidade e confiabilidade para seu consumidor. O objetivo deste trabalho foi mostrar o processo de produção de diferentes tipos de açúcares (açúcar refinado granulado, refinado amorfo, refinado glacê, açúcar líquido e açúcar invertido), em uma refinaria situada na região noroeste paulista, com dados de implantação de cuidados do produto, afim de manter a qualidade para a venda ao cliente.

## PALAVRAS - CHAVE

Açúcar, Produção, Qualidade.

## **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil é o maior produtor mundial do complexo sucroalcooleiro, exercendo a liderança em todos os segmentos: cana-de-açúcar, açúcar e álcool. A produção brasileira de álcool expandiu-se muito a partir do Proálcool e da mistura obrigatória do produto com a gasolina. Este fato, somado a evolução da pesquisa agrícola, proporcionou uma competitividade brasileira em açúcar e álcool muito elevada (CARVALHO & OLIVEIRA, 2006).

Historicamente, o Brasil é o maior produtor de açúcar do mundo, 23% de todas as fábricas se concentram no Brasil, além de 49% de toda exportação mundial, com 666,8 milhões de toneladas na safra 2019/20, sendo o estado de São Paulo responsável por 55,24% de toda produção do país (NEVES & KALAKI, 2021). A área cultivada em São Paulo abrange 4,9 milhões de hectares, correspondendo a 1,9% da área agricultável e 18,7% da área utilizada para culturas anuais (CENSO, 2020).

Com o passar do tempo e avanço da tecnologia, as usinas adotaram diferentes estratégias: diversificaram os tipos de açúcar produzidos, passando a produzir açúcar líquido, açúcar orgânico, mistura de açúcar com adoçantes artificiais; difundiram a comercialização e aproveitamento dos subprodutos (levedura, torta de filtro, melaço, bagaço de cana para cogeração de energia elétrica), além de implementar novas formas de organização e administração da produção. Além disso, muitas usinas procuraram melhorar seu balanço energético para gerar maiores excedentes de eletricidade para o mercado de energia elétrica. O ambiente competitivo trouxe também uma redefinição da estrutura de mercado da produção, que vem passando por um processo de concentração, através das fusões e aquisições de empresas, inclusive com a entrada de capital estrangeiro (francês, alemão) no setor. Este movimento levou ao crescimento de grupos econômicos no setor de açúcar e álcool (MORAES, 2007).

O açúcar está presente em diversas formas, na confecção de doces e salgados, além de ser fundamental para outras indústrias como a de cosméticos, de tintas e a farmacêutica. O processo de fabricação de açúcar engloba um conjunto de operações unitárias que visam atender requisitos obrigatórios de especificações de qualidade do açúcar produzido, sendo determinantes parâmetros de avaliação do processo (TEREOS, 2021).

Este trabalho tem como objetivo abordar a produção de diversos tipos de açúcares e seus processos, mais especificamente, o processo geral de cada produto (açúcar refinado granulado, açúcar refinado amorfo, açúcar glacê, açúcar líquido e açúcar invertido) em uma refinaria situada na região noroeste paulista, com dados de implantação de cuidados do produto, afim de manter a qualidade para a venda ao cliente.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Cana de Açúcar no Brasil**

Cultivada no Brasil desde 1530, a cana-de-açúcar foi introduzida na Capitania de São Vicente em São Paulo, por Martin Afonso de Souza, porém foi principalmente na região nordeste que a cultura teve maior expressão neste período, sendo exportada para a Europa nos quatro séculos seguintes (BRANDÃO, 1984). Do século XVI ao século XVIII, a atividade era preponderante sobre todas as atividades econômicas desenvolvidas no país. Com o passar dos anos, os processos de industrialização modernizaram-se, no século XIX, houve aumento dos fornecedores e das unidades de produção (EINSENBERG, 1997).

O cultivo da cana no Brasil sofreu dois impactos negativos, o primeiro foi após a introdução da cultura no Caribe, na América Central, onde os resultados mais expressivos foram em Cuba, assim houve um colapso no cultivo brasileiro, no entanto, esse impacto não eliminou completamente seu cultivo no país. O segundo, chamado como o fim do "Ciclo do Açúcar", ocorreu quando os franceses desenvolveram tecnologia para a produção de

açúcar a partir de beterraba, neste período, a dependência dos europeus do açúcar da cana brasileira reduziu drasticamente. O declínio das exportações de açúcar de 24% chegou a 10% na década de 30 a 80 do século XIX (MICHEL JUNIOR, 2010).

### **2.1.1 Plantio e colheita da cana de açúcar**

A cana-de-açúcar passa por várias etapas até a produção de seu produto final, passando por diferentes processos e tecnologias que são aplicadas durante o seu percurso de preparo do solo, plantação de mudas, prevenção de pragas e fertilização e irrigação. A segunda etapa consiste em retirar essa cana e transportar até a usina, onde irá ser processada.

Para a implantação de um canavial, deve-se fazer inicialmente, o planejamento da área, realizando um levantamento topográfico. Nos locais de plantio, é feito um trabalho de engenharia, conhecido como sistematização do terreno, no qual subdivide-se a área em talhões e aloca-se os carregadores principais e secundários (AGITEC, 2020).

Como a cana-de-açúcar é uma cultura semi-perene, o plantio é a ocasião de preparar o solo criteriosamente para o cultivo da cana que ocorrerá nos cinco ou seis meses subsequentes. É a oportunidade de aplicar calcário e incorporá-lo e controlar pragas como cupins, migdolus e plantas daninhas (AGITEC, 2020).

A colheita pode ser realizada através de sistemas simples com queima e corte manual ou até mesmo por máquinas mecanizadas e desenvolvidas, porém com um custo significativamente maior.

Feito a colheita, a cana-de-açúcar é transportada para as indústrias através de caminhões onde, inicialmente avalia-se o peso da carga por cada caminhão transportador e suas amostragens para análises da planta, referente ao teor de sacarose, porcentagem de sólidos solúveis e teor de fibra. Logo após é descarregada para que dê início aos processos de transformações (GENOVESE; UDAETA; GALVAO, 2006).

### **2.1.2 Processo industrial**

Feito a lavagem, a cana passa por um processo denominado desintegração do colmo, que nada mais é do que um corte inicial através de máquinas rotativas e uma primeira desintegração da camada superficial da planta. Feito o corte inicial, a planta entra de fato no processo de moenda, ao qual é extraído o máximo possível de seu líquido presente através do esmagamento de sua matéria, este processo tem melhor eficiência quando se realiza a “embebição”, que é o adicionamento de água no processo da moagem. Feito isso, o líquido extraído então é transportado para as etapas seguintes do processo de produção final, e o bagaço é armazenado para uma futura queima para o processo termoelétrico (NOVACANA, 2017).

Pode-se produzir através da sacarose, o álcool e o açúcar, em processos separados e tecnologias específicas para tais fins. Para o processo da produção de açúcar, as etapas são: desaerador e peneira, esses são tratamentos preliminares para eliminação de impurezas afim de um melhor rendimento e melhor qualidade de produto final; a etapa de sulfitação é a adição de ácido fosfórico e cal para o clareamento do caldo da cana-de-açúcar, onde há misturas heterogêneas, torna-se necessário o processo de decantação, onde é possível realizar a separação da mistura, esse processo é realizado de forma que separam-se os materiais pela densidade (PAIVA, 2006).

Para a produção do álcool, há diferentes meios, sendo que algumas unidades utilizam as destilarias para o processo de pasteurização (aquecimento e resfriamento do caldo), outras realizam processos similares à produção de açúcar (exceto a sulfitação), e também há aquelas usinas que não fazem processo algum.

Quanto a palha e ou bagaço produzido durante este processo, o meio é estocado onde posteriormente são levados através de esteiras transportadoras para serem queimadas na caldeira, tendo papel importante no processo como combustível para alimentação de diferentes setores. Esse resíduo também pode ser empregado na silagem para rações animais dependendo da forma em que foi tratado durante o processo (PAIVA, 2006).

### **2.1.3 Produção de açúcar**

Hoje em dia as agroindústrias que trabalham com refinaria, estão cada vez mais procurando tecnologia para melhorar a produção de seus produtos garantindo qualidade e confiabilidade para seu consumidor, dentre suas produções, se destacam o açúcar refinado granulado, refinado amorfo, refinado glacê, açúcar líquido e invertido.

Para garantir um alto nível de qualidade do açúcar, é também de fundamental importância manter durante o processo de produção um controle rigoroso dos diversos itens da especificação do produto, com aplicação direta dos conceitos de BPF, APPCC, etc.

#### **2.1.3.1 Açúcar refinado granulado**

Esse tipo de açúcar obtido através da dissolução do açúcar cristal bruto recebendo um tratamento por agentes clarificantes para eliminação das impurezas, passa pelo processo de cristalização controlada em um cozedor à vácuo, obtendo-se um açúcar com cristais bem definidos e granulometria homogênea (fina, média ou grossa), com baixa coloração, brancura excepcional, ausência de corantes e empedramento para assegurar a fluidez e baixo teor de umidade, sendo especial para processos industriais que exijam açúcares com elevada pureza (CREMA, 2012).

#### **2.1.3.2 Açúcar refinado amorfo**

Segue o mesmo processo do açúcar refinado granulado, mas é solidificado através de um choque térmico. Este tipo de açúcar possui granulometria muito fina e irregular, com baixa coloração, brancura excepcional, e é extremamente higroscópico (CREMA, 2012).

#### **2.1.3.3 Açúcar refinado glacê**

O açúcar refinado tipo glacê, é obtido através de aspiração do açúcar que fica em suspensão, durante uma etapa do processo de produção do açúcar refinado amorfo, por isso possui uma cor considerada baixa (NEVES & BATALHA, 1997).

#### **2.1.3.4 Açúcar líquido e líquido invertido**

O açúcar líquido é um adoçante natural de sacarose apresentado na forma líquida em uma solução inodora, límpida e cristalina, obtido pela dissolução de açúcar sólido em água com posterior purificação e descoloração, o que garante a esse produto alta transparência e limpidez. Em geral, possui concentração de 66,7 a 67,3% de sólidos de açúcar solúveis em água (Brix). Trata-se de um produto com o mesmo perfil de sabor e poder adoçante do açúcar sólido comum sendo, por esses motivos, altamente requisitado pelas indústrias produtoras de bebidas carbonatadas. O açúcar líquido invertido é um adoçante natural constituído pela mistura de glicose, frutose e sacarose. Pode ser produzido a partir de inversão ácida, inversão enzimática e inversão

catiônica (resinas). Apresenta-se na forma líquida em uma solução límpida e ligeiramente amarelada, com odor e sabor característicos e com alto poder adoçante. Em geral, possui concentração de 76 a 78 % de açúcar sólido diluído (Brix) (BIANCHINI & ASSUMPÇÃO, 2002).

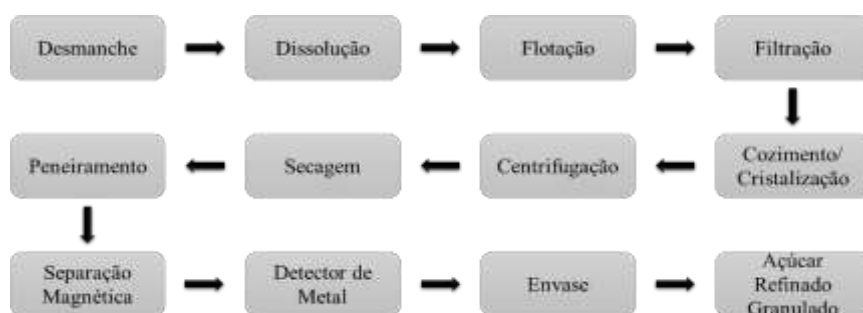
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo do trabalho foi abordar a produção de diversos tipos de açúcares e seus processos, mais especificamente, o processo geral do açúcar refinado granulado, açúcar refinado amorfo, açúcar glacê, açúcar líquido e açúcar invertido, em uma refinaria situada na região noroeste paulista, com dados de implantação de cuidados do produto, afim de manter a qualidade para a venda ao cliente.

#### 3.1 AÇÚCAR REFINADO GRANULADO

O processamento de açúcar refinado granulado se inicia a partir das etapas de desmanche e dissolução do açúcar cristal até a expedição do produto acabado. A Figura 1 apresenta o fluxograma com as principais etapas do processo.

**Figura 1: Fluxograma do processo produtivo de açúcar refinado granulado**



**Fonte: AUTOR, 2021.**

##### 3.1.1. Desmanche

O desmanche é a etapa inicial do processo de refino, nesse processo são utilizadas matérias-primas pré-aprovadas de açúcar cristal de reprocesso carregados pelas talhas até as moegas, nas quais o operador solta o fundo dos bags de 1200 Kg para a retirada de açúcar. O açúcar é transportado por elevadores que alimentam a rosca e, em seguida, os dissolvedores.

##### 3.1.2. Dissolução

O processo de dissolução ocorre por meio de agitação mecânica e aquecimento. Na dissolução pode haver a adição de calda do pré-diluidor, proveniente da dissolução do açúcar cristal úmido advindo das centrífugas da fábrica de açúcar. No tanque dissolvedor, a calda de açúcar é aquecida numa faixa de temperatura entre 75°C e 85°C. Ao final do processo, a calda apresenta um teor de sólidos solúveis entre 64 e 69°Brix.

### **3.1.3. Flotação**

A calda passa por aeradores que promovem a formação de bolhas pela entrada de ar ambiente para facilitar a flotação de impurezas, e segue para o flotador, onde ocorre a separação das impurezas, denominadas de borra, que são removidas pela superfície do flotador por um sistema de raspagem. A borra é transferida para o processo da fábrica de açúcar cristal, onde é reaproveitado a sacarose contida nela.

### **3.1.4. Filtração**

A filtração da calda ocorre em filtros technopulps com tela de poliéster de abertura de 33 µm. As telas dos filtros são limpas garantindo a remoção de materiais sólidos e incrustações retidos na tela, os quais são direcionados para o tanque de borra.

### **3.1.5. Cristalização/Cozimento**

No processo de cristalização, a calda alimenta os cozedores e é concentrada de 65°Brix até 78 a 82°Brix, pelo aquecimento indireto com vapor vegetal de segundo efeito proveniente do processo de evaporação da fábrica de açúcar e sob vácuo (22,5 a 24 kgf/cm<sup>2</sup>).

Ao atingir esse estágio, a calda é alimentada com semente, que consiste em uma suspensão de açúcar em álcool, preparada em um moinho. A alimentação dos cozedores com calda é contínua até que a semente cresça e os cristais atinjam um tamanho ideal para o corte. O cozimento continua com a alimentação dos cozedores com calda e mel, permitindo o crescimento dos cristais até o tamanho desejado.

### **3.1.6. Centrifugação**

O processo de centrifugação consiste na separação do açúcar do mel através da força centrífuga e lavagem dos cristais de açúcar com condensado. A centrífuga faz a separação desses produtos e recircula o mel para o processo, passando novamente pelas etapas de cozimento, até atingir o máximo de 45 UI de cor. A Figura 4 apresenta a centrífuga 1 do setor da Refinaria da UICA.

### **3.1.7. Secagem, Peneiramento, Separação**

Nesta etapa é empregado um secador rotativo de aço carbono com tela revestida de zinco, exclusivo para a secagem de açúcar refinado granulado. A secagem reduz a umidade do açúcar de 0,07% a 0,04%, que é o limite máximo de umidade para o açúcar na saída do secador. O processo ocorre com a entrada de ar em uma das extremidades do secador, seguindo para um radiador que eleva a temperatura desse ar para uma faixa entre 75°C e 85°C. A Figura 5 apresenta o secador de açúcar granulado do setor da Refinaria da UICA.

### **3.1.8. Ensaque, Armazenagem e Expedição**

O açúcar proveniente do separador magnético é transportado por meio de um elevador e/ou rosca para os silos de armazenagem. Três silos, por meio de balanças automáticas, o açúcar alimenta as linhas de envase. Nas linhas de envase há detectores de metais na saída de cada silo, sendo considerados pontos críticos de controle da operação. O açúcar é envasado em embalagens pré-aprovadas de big bag de 1200 Kg e em sacas de 25 e 50 Kg. As embalagens empregadas possuem identificação, de forma a assegurar sua rastreabilidade.

Os big bags envasados são carregados em caminhões previamente aprovados e levados para os armazéns, onde são estocados com o auxílio de pontes rolantes e empilhadeiras e permanecem armazenados até sua expedição. As sacarias de 25 e 50 Kg são transportadas em esteiras até os armazéns, sendo paletizadas e armazenadas até sua expedição. Durante e após o carregamento, a carroceria do caminhão e o produto passam por uma avaliação de forma a garantir que não haja incorporação de perigos à segurança do alimento.

### 3.2 AÇÚCAR REFINADO AMORFO

Análogo a produção de açúcar refinado granulado, o processamento de açúcar refinado amorfo inicia-se a partir das etapas de desmanche e dissolução do açúcar até a expedição do produto final. A Figura 2 apresenta o fluxograma com as principais etapas do processo.

**Figura 2: Fluxograma do processo produtivo de açúcar refinado amorfo.**



**Fonte: AUTOR, 2021.**

As etapas iniciais de desmanche, dissolução e flotação são as mesmas do processamento do refinado granulado. Entretanto, no desmanche para a produção de açúcar refinado amorfo são empregadas matérias-primas pré-aprovadas de açúcar refinado granulado, refinado amorfo, VHP e outros tipos de açúcares cristais e açúcares de reprocesso. O processo se difere a partir da etapa de filtração.

#### 3.2.1 Filtração

A calda proveniente do flotador é encaminhada para filtros de areia, denominados filtro de leito profundo, que contém camadas de areais e pedras com diferentes granulometrias com a finalidade de reter as impurezas ainda presentes na calda.

### **3.2.2. Descoloração**

A calda filtrada passa por onze colunas resinadas, seis colunas de 1ª filtração e cinco colunas de 2ª filtração alimentadas independentes, com a função de diminuir a cor do açúcar em até 60% e remover impurezas que ainda estão presentes na calda. As resinas empregadas são estirênicas – corpos sintéticos esféricos, insolúveis, formados pela combinação química de duas ou mais substâncias. A calda resultante dessas colunas apresenta cor baixa e pH na faixa de 6,5 – 7,5.

### **3.2.3. Evaporação**

Seguido do processo de descoloração, a calda segue para um concentrador, que é constituído por um trocador de calor do tipo casco e tubo, um balão flash e uma bomba de vácuo, com a finalidade de concentrar a calda, elevando o Brix. A calda é aquecida a 120°C e a água presente no caldo evapora, a mistura é então encaminhada para o vaso flash, no qual sob a ação do vácuo, separa a calda do vapor. A calda concentrada retoma ao concentrador por um orifício a, aproximadamente, 65°C e 78°Brix.

### **3.2.4. Cozimento**

A calda concentrada é armazenada em três pré-tachos e, posteriormente, é bombeada para os tachos concentradores num processo batelada, aumentando sua concentração. A calda é aquecida por meio de uma serpentina presente na parte inferior do tacho a 190°C num período de 4,5 a 7 minutos, atingindo um Brix de 95%.

### **3.2.5. Cristalização**

Cada tacho concentrador descarrega a calda em uma bateadeira e, num processo praticamente instantâneo, a calda é cristalizada. O açúcar passa por um processo de atrito mecânico rotativo por, aproximadamente, 220 segundos. A bateadeira remove cerca de 80% da água presente na calda cristalizada e o açúcar é retirado com um Brix de 97°. A UICA dispõe de seis bateadeiras destinadas ao processo de produção de açúcar refinado amorfo.

### **3.2.6. Peneiramento e Secagem**

O açúcar proveniente das bateadeiras é encaminhado para uma peneira rotativa para sua pré-secagem e então segue para o secador rotativo. Análogo ao processo de secagem do açúcar refinado granulado, no secador há uma entrada de ar concorrente com a entrada de açúcar, de forma que o ar não pode assumir velocidades elevadas (maior que 1 m/s) para não ocasionar arraste de pó. Na saída do secador o açúcar segue para uma peneira vibratória, em que o caramelo formado pela diferença de temperatura é separado e encaminhado para o reprocesso.

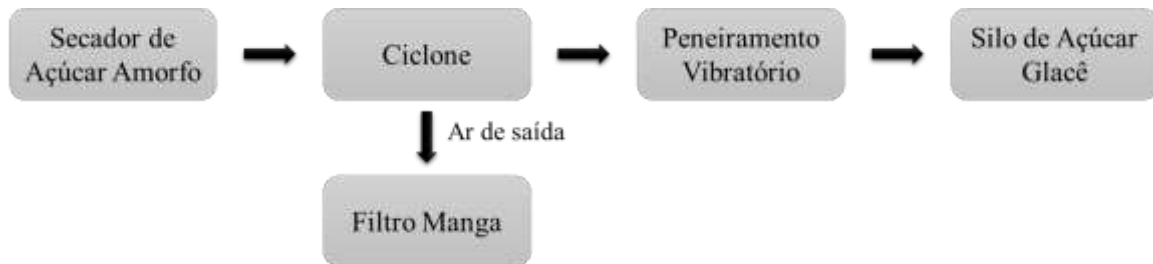
## **3.3 AÇÚCAR GLACÊ**

A poeira presente no ar de saída dos processos de secagem do açúcar amorfo é o chamado açúcar glacê, que é encaminhado para um ciclone, que pela ação de forças centrífugas, faz a separação do glacê do ar. O açúcar glacê capturado é peneirado e então transportado para embalagem. O ar de saída dos ciclones é levado



para filtros mangas que removem o açúcar ainda presente nesse ar. A Figura 3 apresenta o fluxograma com as etapas do processo.

**Figura 3: Fluxograma do processo do açúcar glacê.**



**Fonte: AUTOR, 2021.**

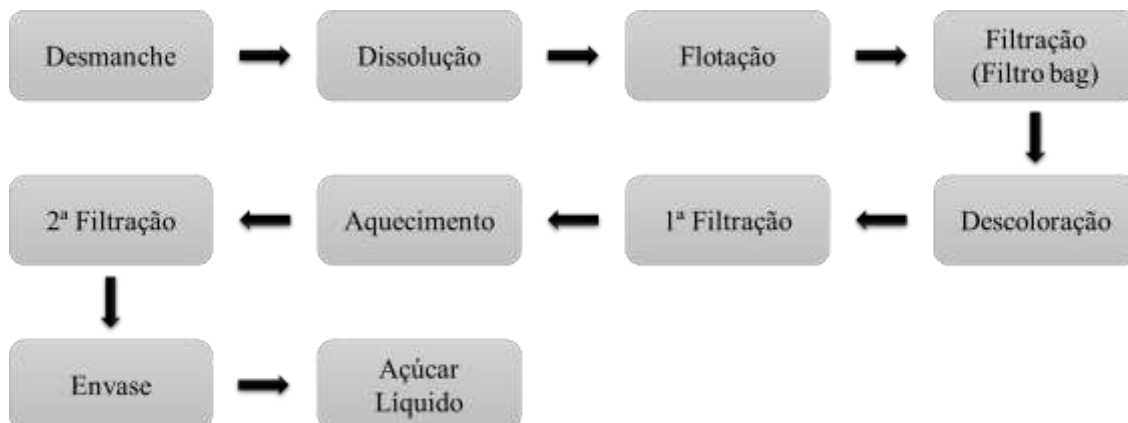
#### **3.3.1. Ensaque/Armazenagem/Expedição**

Os processos de ensaque, armazenagem e expedição do açúcar refinado amorfo e do açúcar glacê são análogas aos processos do açúcar refinado granulado, já mencionado. Entretanto, o açúcar refinado amorfo é envasado em embalagens pré-aprovadas de big bag de 1200 Kg e em sacas de 1, 5 e 25 Kg e o açúcar glacê é envasado em embalagem de 25 Kg. As embalagens empregadas possuem identificação, de forma a assegurar sua rastreabilidade.

### **3.4. AÇÚCAR LÍQUIDO E AÇÚCAR INVERTIDO**

A Figura 4 apresenta o fluxograma com as principais etapas do processo de produção do açúcar líquido e a Figura 5, as etapas da produção do açúcar invertido.

**Figura 4: Fluxograma do processo do açúcar líquido.**



**Fonte: AUTOR, 2021.**

**Figura 5: Fluxograma do processo do açúcar líquido invertido.**



**Fonte: AUTOR, 2021.**

As etapas iniciais de desmanche, dissolução e flotação são as mesmas do processamento do refinado granulado e do refinado amorfo. O processo se difere a partir da etapa de filtração.

#### **3.4.1. Filtração/Descoloração**

A calda para açúcar líquido proveniente do flotador é direcionada para um filtro bag composto por elementos filtrantes de poliéster de 25 µm e, a calda para açúcar invertido é direcionada para colunas acrílicas, formadas de resina acrílica com a finalidade de remover cor. No período de operação, a pressão da coluna não deve ultrapassar 3,0 Kgf/cm² e em intervalos de duas horas, a calda deve ser analisada para não exceder o limite de 120 UI de cor.

#### **3.4.2. Tratamento de calda bruta de açúcar líquido**

A calda de açúcar é direcionada para a primeira filtração em um filtro pré-capa, no qual são adicionados terra filtrante e carvão, sendo o sistema colocado em recirculação para a remoção de impurezas.

A calda proveniente do processo passa através de um aquecedor que opera numa faixa entre 75°C e 85°C. O processo segue com a calda para um tanque de insumos onde são adicionados carvão, ácido cítrico e soda líquida, a fim de manter o pH entre 6,5 e 7,0. A calda passa então pela segunda etapa de filtração e é estocada em silos de armazenagem.

#### **3.4.3. Tratamento de calda bruta de açúcar invertido**

A calda de açúcar passa por um filtro de malha 12 e é direcionada para um tanque reator, no qual são adicionados ácido clorídrico, para que ocorra a inversão da sacarose em glicose e frutose – originando o nome açúcar invertido – e, soda líquida para a neutralização da mistura. O açúcar passa por um processo de resfriamento e é estocado em silos de armazenagem.

#### **3.4.4. Envase e armazenagem**

O açúcar líquido e o açúcar invertido podem ser acondicionados a granel, em tambores com liners ou caixas de papelão com sacos plásticos. Quando o envase é realizado em tambores, o enchimento é efetuado até atingir 270 Kg, tarando a balança e reiniciando o processo com o próximo tambor. A operação é repetida até completar quatro tambores. Após isso, o liner de cada tambor é fechado com um lacre e os tambores são tampados. O setor da logística fornece uma empilhadeira para o transporte dos tambores para o local de armazenagem.

### **3.5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE AÇÚCARES**

Para a avaliação da qualidade de açúcar é necessário analisar os parâmetros físico-químicos, microbiológicos, microscópicos e sensoriais.

#### **3.5.1 Características sensoriais**

Esta avaliação conforme definida na Resolução nº 12/78, avalia as propriedades sensoriais inerentes ao produto e a matéria-prima. A produção do açúcar é dividida em amorfo de primeira, amorfo de segunda e granulado, esses tipos de açúcares devem ser produzidos isento de fermentações, de matéria terrosa, de parasitos e detritos de animais e vegetais. Suas características organoléticas devem ter a cor e o aspecto para cada tipo de açúcar, essa característica depende de cada processo; o cheiro deve ser do próprio produto e o sabor, adocicado.

#### **3.5.2 Características físico-químicas**

De acordo com suas características físico-químicas, os açúcares devem seguir as seguintes especificações (Resolução n. 12/78):

- a) Açúcar amorfo, de primeira: Sacarose, mínimo 99,0% p/p; Resíduo mineral fixo, máximo 0,2% p/p; Cor "ICUMSA" (420nm), máximo 80; Umidade, máximo 0,3% p/p; Polarização- porcentagem de sacarose no açúcar, superior a 99,7%
- b) Açúcar amorfo, de segunda: Sacarose, mínimo 98,5% p/p; Resíduo mineral fixo, máximo 0,2% p/p; Cor "ICUMSA" (420nm), máximo 120; Umidade, máximo 0,4% p/p; Polarização- porcentagem de sacarose no açúcar, superior a 99,7%
- c) Granulado: Sacarose, mínimo 99,8% p/p; Resíduo mineral fixo, máximo 0,04% p/p; Cor "ICUMSA" (420nm), máximo 45; Umidade, máximo 0,04% p/p; Polarização- porcentagem de sacarose no açúcar, superior a 99,7%.

#### **3.5.3 Características microbiológicas e microscópicas**

Deverão ser efetuados testes de laboratório para determinação de micro-organismos ou substâncias tóxicas de origem microbiana sempre que se tornar necessária a obtenção de dados adicionais sobre o estado de higiênico e sanitário dessa classe de alimento, ou quando ocorrer tóxi-infecções alimentares.

Para análises microscópicas, o açúcar deve estar ausente de sujidades, parasitos e larvas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção industrial de grandes volumes de açúcar a partir de uma matéria-prima extremamente variável, plantada em solos de composição múltipla, insuficiente e/ou inadequado controle de processo de produção, falta de capacitação técnica da mão-de-obra disponível, entre outros, são fatores que contribuem para a dificuldade de se ter um produto único que atenda às exigências dos diferentes segmentos da indústria alimentícia.

Para a avaliação da qualidade de açúcar, é necessário analisar os parâmetros físico-químicos, microbiológicos, microscópicos e sensoriais. É importante destacar que a não conformidade a estes parâmetros, representam riscos para a saúde dos consumidores. O único fator que pode influenciar na decisão de compra de uma marca ou de outra, é o índice de cor ICUMSA, de caráter visual, através do qual o consumidor pode optar por um açúcar mais branco. Para cada tipo de produção a refinaria precisa seguir um padrão, sugerido pelo ministério da agricultura que estabelece o regulamento técnico do açúcar (GOVBR, 2018).

- a) AÇÚCAR REFINADO AMORFO: cristal branco, sem matérias estranhas ou empedramentos visíveis, gosto adocicado, sem odor, Parametros 99,00, Polarização 300 °Z/min, Umidade 0,10%, Cor ICUMSA UI 90, turbidez UI 20;
- b) AÇÚCAR REFINADO GRANULADO: cristal branco, sem matérias estranhas ou empedramentos visíveis, gosto adocicado, sem odor, Parametros 99,8, Polarização 60 °Z/min, Umidade 0,05%, Cor ICUMSA UI 45, turbidez UI 20;
- c) AÇÚCAR LIQUIDO: límpido, livre de turbidez e partículas visíveis, sem sabor, sem odor, Ph entre 6,5 a 7,0, Parametros não consta, Polarização 120 °Z/min, Umidade 0,30%, Cor ICUMSA UI 0,30, turbidez UI 20;
- d) AÇÚCAR LIQUIDO INVERTIDO: límpido, livre de turbidez e partículas visíveis, sem sabor, sem odor, pH entre 4,5 a 5,5, Parametros não consta, Polarização 120 °Z/min, Umidade 0,30%, Cor ICUMSA UI 60 a 90, turbidez UI 20;
- e) AÇÚCAR GLACÊ: pó fino branco, uniforme livre de matérias estranhos, gosto adocicado, sem odor, Polarização 99,0 °Z/min, Umidade 1,20%, Cor ICUMSA UI 140, turbidez UI não consta.

Oliveira; Esquiaveto; Silva Junior (2007), apresentaram de forma resumida a origem e a importância de alguns dos itens que fazem parte da especificação do açúcar cristal produzido no Brasil, bem como associa alguns destes parâmetros de qualidade aos impactos ou efeitos que eles trazem para a indústria alimentícia em geral.

## 5 CONCLUSÃO

A principal pesquisa desse trabalho foi mostrar o processo de produção de diferentes tipos de açúcar em uma refinaria, mostrando a implantação de cuidados do produto, afim de manter a qualidade para a venda ao cliente. O setor da Refinaria por ser o setor responsável pela produção e entrega dos principais produtos da companhia, garante qualidade e confiabilidade na venda do produto no mercado internacional e nacional.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGITEC AGÊNCIA EMBRAPE DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Plantio da Cana de Açúcar**. Cnptia.embrapa.br. 2020. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_33\\_711200516717.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_33_711200516717.html)>. Acesso em: 02 mar. 2021.

ANVISA; Resolução - CNNPA nº 12, de 1978, publicado no Diário Oficial da União de 24 de julho de 1978. Disponível em [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br): Acesso em: 24 out. 2021.

BRANDÃO, A. **cana-de-açúcar, Álcool e açúcar na história e no desenvolvimento social do Brasil: Séc. 16-20**. Brasília, Ed. Horizonte INL, p. 223-239, 1984.

BIANCHINI, V. K; ASSUMPÇÃO. **A diferenciação de produtos na cadeia produtiva do açúcar: o processo de produção de açúcares líquido e líquido invertido**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção”, p.1-4, 2002.

CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, C. O setor sucroalcooleiro em perspectiva. 2006. **Circular Técnica. Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1008450/o-setor-sucroalcooleiro-em-perspectiva>. Acesso em: 08 set. 2021.

CENSO. **Censo agro – Cana de açúcar no Brasil**. 2020. Disponível em: [https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=78332](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=78332). Acesso em: 05 set. 2021.

CREMA, L. C. **Clarificação por flotação com ar dissolvido (FAD) da calda de açúcar cristal para produção de açúcar refinado**. 2012. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/bitstream/hcrema>>. Acesso em: 14 out. 2021.

EINSENBERG, P. L. **Modernização sem mudança: a indústria açucareira em pernambucana 1940-1910**. Coleção de Estudos Brasileiros, n. 15, 1997.

GENOVESE, A. L.; UDAETA, M. E. M.; GALVAO, L. C. R. **Aspectos energéticos da biomassa como recurso no Brasil e no mundo**. Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural, 2006.

GOV.BR; **Instrução normativa nº 47, de 30 de agosto de 2018**. Disponível em: < [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/39939558/do1-2018-09-06-instrucao-normativa-n-47-de-30-de-agosto-de-2018-39939440](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/39939558/do1-2018-09-06-instrucao-normativa-n-47-de-30-de-agosto-de-2018-39939440)>. Acesso em: 19 out. 2021.

MICHEL JUNIOR, R. J. S. **Obtenção do álcool etílico hidratado, com graduação alcoólica para uso automotivo**: validação de um processo em batelada. Dissertação (Mestrado em Engenharia de processos). Universidade Federal de Santa Maria. 146p, 2010.

NOVA CANA. **A Cana de Açúcar como fonte de energia elétrica**. 2016. Novacana.com.br. 2020 Disponível em: <<https://www.novacana.com/estudos/a-cana-de-acucar-como-fonte-de-energia-eletrica-241/>>. Acesso em: 03 set. 2021.

NEVES, M. F; KALAKI R. B. **Bioenergy from sugarcane**. 2020. Disponível em: <https://unica.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Bioenergy-from-Sugar-Cane-by-Fava-Neves-Kalaki-2021.pdf>. Acesso em: 14 out. 2021.

NEVES, M. R.; BATALHA, M. O. **Desenvolvimento e novas tendências do setor sucroalcooleiro. XVII Encontro Nacional de Engenharia da Produção.**1997. Disponível em: <https://researchgate.net/profile/Mario-Batalha-2/publication/264841667>. Acesso em: 27 ago. 2021.

OLIVEIRA, D. T.; ESQUIAVETO, M. M. M.; SILVA JÚNIOR, J. F. Impacto dos itens da especificação do açúcar na indústria alimentícia. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, p. 99-102, 2007.

PAIVA, R. P. O. **Um modelo baseado em seleção de processos e dimensionamento de lotes para o planejamento agregado da produção em usinas de açúcar e álcool.** 2006. 182 f. Dissertação (Mestrado em Eng. de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

TEREOS Açúcar e Energia Brasil S/A. Disponível em: <https://br.tereos.com/pt-pt/>. Acesso em: 13 jan. 2021.