

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”

**Avaliação da Influência da Cor do Açúcar no Controle de Qualidade
Visual de Balas**

Tatiana Bontempo Vieira

Piracicaba
2025

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”

**Avaliação da Influência da Cor do Açúcar no Controle de Qualidade
Visual de Balas**

Tatiana Bontempo Vieira

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Wanessa Melchert Mattos

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel em
Ciências dos Alimentos.

Piracicaba

2025

Dedico à Deus e a minha família, em especial à dona Cristina Bontempo da Silva, pois sem eles eu não teria conseguido dar o primeiro passo desta caminhada até aqui e cada conquista seria incompleta sem o amor e apoio de vocês

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser meu guia e meu amparo em todos os momentos. Por ter me dado forças quando fraquejei e por me permitir chegar até aqui, concretizando mais uma etapa importante da minha vida.

À minha família - minha mãe Cristina, minha mãedra Cláudia e meu irmão Vítor - por serem minha base e meu porto seguro, por me apoiarem e me amarem incondicionalmente, em vocês meu coração descansa.

Aos meus doguinhos, Megão (que descanse e brinque muito no céu dos cachorros), Meguinha, Lara, Rhaenyra e Brucinho, por tornarem os dias mais leves e alegres, por todo o amor puro e sincero - e por me lembrarem que às vezes tudo o que precisamos é um carinho e comida.

À minha orientadora, Profa. Dra. Wanessa Melchert Mattos, por toda a paciência, apoio e disponibilidade durante esse ano, contribuindo de forma essencial para a realização deste trabalho.

À minha melhor amiga, Bianca, agradeço por ter ouvido, ao longo de todos esses anos, nas incontáveis reclamações; pelas tardes de “senhorinha” que me recarregaram e pela sorte de ter uma amizade verdadeira nesta vida.

Aos meus amigos de caminhada, em especial Kindou e Cãrti, sem vocês, sem dúvidas eu não teria sobrevivido a esses 5 anos. Agradeço por todo o companheirismo - seja nos estudos, nos rolês ou nos pós-aula no famoso açaí da barra ou na Pão de Mel.

Ao pessoal do CENA - Cleide, Marcos, Magali, Gilson e Mazé - agradeço por me apoiarem, mesmo sem saberem, por todos os ensinamentos que levarei para a vida e pelo acolhimento e pela compreensão que sempre tiveram.

Ao pessoal da Riclan - chefe Cido, Letícia e Ingrid - agradeço por todos os ensinamentos compartilhados. À Marcelinha e ao Gui, agradeço por toda a ajuda durante essa jornada do TCC: pelas ideias de tema, pelo apoio na aplicação e por estarem sempre dispostos a contribuir. Sem vocês, eu certamente estaria perdida.

E, por fim, gostaria de agradecer ao meu amorzinho, Dherick, que chegou no finalzinho, mas ajudou imensamente: preparando a janta, lendo meus textos, me ajudando a escolher as fotos, dando forças para escrever e, ainda, me aturando e me dando amor nos momentos mais difíceis.

A todos vocês, meu obrigada do fundo do coração, nada disso seria possível sem a ajuda, o apoio e a presença de cada um ao longo desta jornada.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1. <i>Açúcar</i>	12
2.2. <i>Parâmetros de qualidade do açúcar</i>	15
2.3. <i>Cor do açúcar e seus impactos em confeitos</i>	17
3. OBJETIVOS.....	18
3.1. Objetivo geral.....	18
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. METODOLOGIA	19
4.1. <i>Materiais</i>	19
4.2. <i>Análise da cor (ICUMSA)</i>	19
4.3. <i>Processo padronizado para produção das balas</i>	20
4.4. <i>Avaliação do produto final</i>	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
6. CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS.....	31

RESUMO

O açúcar é o principal ingrediente utilizado na fabricação de diversos confeitos, especialmente balas, exercendo influência direta nas características sensoriais, como textura, sabor e aparência, além de impactar o processo produtivo. Diante desse papel central, torna-se fundamental a realização de análises físico-químicas para controle de qualidade, como a umidade, o teor de sacarose, a granulometria, a presença de dextrana, os sólidos solúveis, o teor de cinzas e, especialmente, a cor (ICUMSA, International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis em português: Comissão Internacional para Métodos Uniformes de Análise de Açúcar – método mais utilizado para identificação de cor em açúcares). Esta última se destaca por fornecer informações relevantes sobre diversos aspectos da qualidade do açúcar, além de interferir na tonalidade e nos aspectos visuais do produto, como coloração e brilho. Este trabalho tem como objetivo avaliar os impactos da cor do açúcar na qualidade visual dos confeitos, destacando a importância do controle de qualidade dessa matéria-prima. Para isso, foram realizadas análises de cor por meio do índice ICUMSA em doze amostras de açúcares sendo seis do tipo VVHP e seis do tipo 2G, além da produção de balas como aplicação prática. Os resultados evidenciaram a influência significativa da coloração do açúcar sobre o produto final, demonstrando que açúcares mais claros e com menor índice ICUMSA resultam em produtos com melhores aspectos visuais. Conclui-se, portanto, que o controle de qualidade da matéria prima e monitoramento dos parâmetros de qualidade é de suma importância para garantir a padronização, qualidade, estética visual e aceitação do produto pelo consumidor.

Palavras-chave: açúcar; confeitos; ICUMSA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classificação do açúcar – Grupo 1.....	13
Figura 2. Classificação do açúcar – Grupo 2.....	14
Figura 3. Amostras de açúcares VVHP (a-f) e tipo 2 (g-l).....	22
Figura 4. Balas transparentes (a-f) de açúcar VVHP.....	25
Figura 5. Balas transparentes (a-f) de açúcar tipo 2.....	26
Figura 6. Balas azuis (a-f) de açúcar VVHF.....	27
Figura 7. Balas azuis (a-f) de açúcar tipo 2.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentração de sacarose (g/mL) em função do BRIX a 20 °C.....20

Tabela 2. Resultados de análise de cor (ICUMSA) das amostras de açúcares.....23

1. INTRODUÇÃO

O açúcar pode ser definido, segundo Anvisa (2022), como mono e dissacarídeos, incluindo a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) derivada do caldo da cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Trata-se de um produto vastamente utilizado na indústria de alimentos, em especial no setor de confeitos, sendo o principal ingrediente em diversos produtos, como balas, pirulitos, gomas, entre outros (SILVA, 2017).

O açúcar desempenha um papel fundamental como principal componente de diversos produtos alimentícios, devido às suas propriedades físico-químicas, como maleabilidade e capacidade de harmonizar com outros ingredientes. Essas características contribuem para a definição da cor, textura, sabor, aroma, conservação e brilho dos produtos. Além disso, trata-se de um insumo amplamente acessível e de baixo custo, beneficiado pela disponibilidade no mercado, uma vez que o Brasil é o maior produtor e exportador mundial. Segundo a CNN Brasil (2024), o país lidera com 44% das exportações totais de açúcar no mundo (FERREIRA; HORTA; MAIA, 2018; CNN Brasil, 2024).

Considerando sua importância como principal ingrediente, o impacto sensorial que exerce sobre os produtos e sua ampla distribuição, que permite o fornecimento por diversos produtores da indústria, torna-se evidente a necessidade de um rigoroso controle de qualidade (EMPRAPA, 2021). Segundo Machado (2012), a qualidade do açúcar pode ser avaliada por meio de análises físico-químicas, tais como teor de umidade, polarização (ou teor de sacarose), sólidos solúveis (ou resíduos insolúveis), presença de dextrana, granulometria, teor de cinzas e cor, esta última determinada pelo índice ICUMSA.

O açúcar é um alimento higroscópico, ou seja, possui a capacidade de absorver ou liberar umidade do ambiente. A análise de umidade é fundamental para determinar a quantidade de água presente no produto, que pode variar de acordo com a umidade relativa do ar (UR). Quando os níveis de umidade excedem os limites aceitáveis, o açúcar tende a empedrar, comprometendo sua funcionalidade e afetando negativamente os processos de fabricação de confeitos (METELLO; CORTES; CABANHA, 2018; SOUZA, 2023).

A polarização é o parâmetro utilizado para determinar a concentração de sacarose no açúcar, um importante indicativo de pureza. Quanto menor o teor de

sacarose, maior a presença de açúcares redutores, como glicose e frutose, bem como de substâncias indesejáveis, como amido e cinzas. A análise de resíduos insolúveis e do teor de cinzas também é utilizada como indicador de pureza, uma vez que essas impurezas residuais, resultantes do processo de obtenção do açúcar, podem interferir nas características sensoriais do produto (BENATTO, 2017). A dextrana é um polissacarídeo não endógeno da cana-de-açúcar, ou seja, não está presente naturalmente na planta, sendo formado pela ação de bactérias durante processos inadequados de manejo ou armazenamento. Sua presença pode comprometer a qualidade dos produtos, provocando alterações nas propriedades, como a textura (SARTORI, 2017).

A análise da granulometria refere-se à avaliação do tamanho dos cristais de açúcar, fator que influencia diretamente o processamento, como na calibração de dosadoras. Além disso, o tamanho dos cristais afeta o desempenho no produto final, uma vez que diferentes aplicações exigem granulometrias específicas. Por exemplo, no açucaramento de gomas de gelatina, são necessários cristais menores para garantir uma boa aderência à superfície do confeito (FARINELLI; MELO, 2021).

Por fim, o índice de cor ICUMSA (Comissão Internacional para Métodos Uniformes de Análise de Açúcar) é amplamente utilizado para avaliar a coloração do açúcar. Trata-se de um importante parâmetro de qualidade, em que valores mais baixos indicam um produto mais branco e, conseqüentemente, mais puro. A interpretação desse índice permite estimar diversos aspectos relacionados à qualidade do açúcar, tais como: a) Tamanho das partículas, cristais menores tendem a refletir mais luz, conferindo ao açúcar uma aparência visualmente mais clara; b) Eficiência na higienização dos equipamentos, um açúcar com colorações mais escuras podem indicar a presença de partículas carbonizadas, resultantes de falhas na limpeza durante o processo de fabricação; c) Estabilidade do produto, tonalidades mais escuras podem sugerir a presença de compostos naturais ou impurezas que comprometem a estabilidade e a vida útil do açúcar; d) Grau de pureza, valores reduzidos de ICUMSA indicam menor presença de impurezas, resíduos ou sujidades provenientes do processamento, refletindo um açúcar de maior qualidade (MACHADO, 2012; CALDAS, 2012). Além disso, a cor do açúcar pode influenciar diretamente as características sensoriais do produto final, afetando atributos como a coloração e a textura. Um exemplo são as balas transparentes: quanto mais escuro for o açúcar usado em sua produção, mais escura será a bala,

podendo até comprometer a tonalidade desejada - como no caso de balas azuis que acabam adquirindo uma coloração esverdeada. Tais alterações visuais podem prejudicar a percepção de qualidade e a aceitação do produto pelo consumidor (JAMBASSI, 2017).

Diante disso, considerando a relevância da coloração tanto para a qualidade visual e as propriedades sensoriais dos produtos no setor de confeitaria quanto para parâmetros de pureza e controle de processo, a análise de cor, por meio do índice ICUMSA, foi adotada como foco deste trabalho. Compreender, na prática, como as variações desse índice afetam o produto final torna-se, portanto, essencial para garantir a padronização e a aceitabilidade dos confeitos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Açúcar

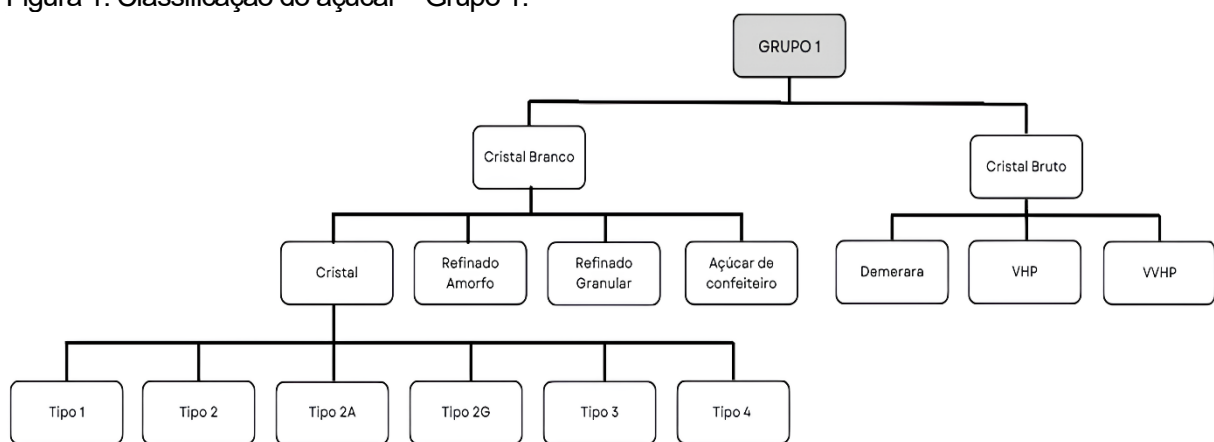
Segundo a Instrução Normativa nº 47, de 30 de agosto de 2018, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o açúcar pode ser classificado em diferentes grupos, classes e tipos, conforme seu processo de obtenção. Os grupos são dois: 1, que corresponde ao açúcar destinado diretamente ao consumidor final, e 2, voltado ao uso industrial em alimentos ou para outros fins, conforme as Figuras 1 e 2. O Grupo 1 é subdividido em duas classes: cristal branco e cristal bruto. Ambos são obtidos em usinas por meio da extração e da clarificação do caldo da cana-de-açúcar, utilizando processos físicos como evaporação, cristalização, centrifugação e secagem. A principal diferença entre as classes é que o cristal branco passa pelo processo de branqueamento, conferindo coloração mais clara em comparação ao cristal bruto. O Grupo 2 também pode ser subdividido nessas mesmas classes tendo uma a mais, a classe líquida. Esta é obtida por meio da dissolução do açúcar cristal e posterior purificação, classificada como tipo líquido apenas. Quando a calda sofre inversão, o produto é denominado tipo líquido invertido.

Os tipos cristal, refinado amorfo (ou simplesmente refinado), refinado granulado e açúcar de confeitiro pertencem à classe do cristal branco. O açúcar cristal é aquele que, após obtenção padrão da classe, passa pelas etapas de resfriamento e peneiramento, podendo resultar em um produto final na forma moída ou triturada. O tipo refinado amorfo é obtido por meio da dissolução do açúcar cristal, seguida da purificação da calda, evaporação, concentração, batimento,

secagem, resfriamento e peneiramento. O refinado granulado segue etapas semelhantes, exceto pela concentração da calda e pelo batimento, sendo substituídas pela cristalização da calda e pela centrifugação. Por sua vez, o açúcar de confeitiro é obtido por peneiramento ou por extração do pó de açúcares da mesma classe (cristal ou refinado amorfo). Os tipos demerara, VHP (Very High Polarization) e VVHP (Very Very High Polarization) pertencem à classe de cristal bruto. O que diferencia esses açúcares é o grau de polarização (grau de pureza) sendo superior a 96,0, 99,0 e 99,49 °Z (graus Zucker), respectivamente para demerara, VHP e VVHP (BRASIL, 2018).

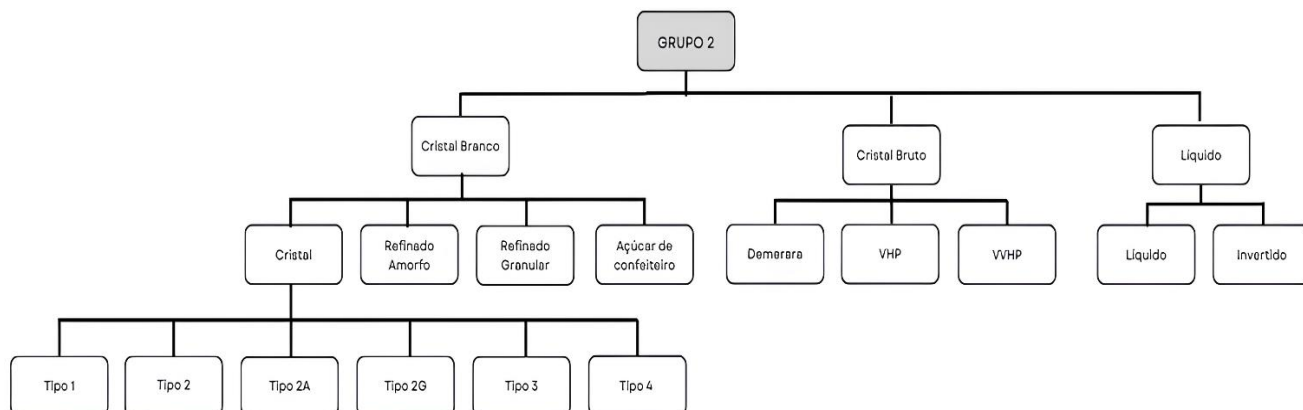
Comercialmente, o açúcar cristal pertencente à classe cristal branco pode ser subdividido em diferentes tipos com base em parâmetros de qualidade, como cor (ICUMSA), polarização, granulometria e resíduos insolúveis. Entre esses tipos estão os denominados Tipos: 1, 2, 2A, 2G, 3 e Tipo 4; esta classificação é adotada pela indústria alimentícia e usinas para especificar diferentes níveis de pureza e adequação do insumo as aplicações industriais (OLIVEIRA; MADALENO, 2023; SALGADO, 2024).

Figura 1. Classificação do açúcar – Grupo 1.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2018), OLIVEIRA; MADALENO (2023) e SALGADO (2024).

Figura 2. Classificação do açúcar – Grupo 2.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2018), OLIVEIRA; MADALENO (2023) e SALGADO (2024).

As possibilidades de aplicação do açúcar na indústria alimentícia são amplas, devido às funções tecnológicas e sensoriais, que incluem sabor, textura, cor, aroma e conservação, além de interagir com outros ingredientes, contribuindo com características do produto final. Na panificação, por exemplo, o açúcar pode: influenciar a atividade da levedura, aumentando ou reduzindo sua ação, aumentar a emulsificação por meio de ligações com lipídios e retardar ou inibir o desenvolvimento do glúten. Em biscoitos, essa inibição resulta em texturas mais macias e quebradiças. Ainda assim, isoladamente, o açúcar é capaz de proporcionar dulçor, volume e cor aos produtos de panificação (CATHARINA, 2021).

Em produtos açucarados à base de frutas, como geleias, o açúcar exerce um papel fundamental no controle da umidade, ao reter água e, consequentemente, reduzir a atividade de água, o que está diretamente relacionado à taxa de degradação do produto. Além disso, o açúcar influencia na formação do gel, interagindo com a pectina presente naturalmente nas frutas; sua concentração é determinante para a rigidez do gel, teores mais elevados resultam em estruturas mais firmes, de modo a impactar na textura e estabilidade do produto final (BARROS et al, 2019; BARBOZA, 2021).

Em bebidas alcoólicas, como os licores, o açúcar eleva o teor de sólidos solúveis, conferindo corpo e viscosidade, além de aumentar diretamente a densidade da bebida (LEITE; LIMA; PAIVA, 2019). Em bebidas fermentadas, como a sidra, pode ser adicionado com o objetivo de aumentar o teor alcoólico, atuando como substrato para a fermentação, uma vez que fornece mais açúcares que serão convertidos em etanol pelos microrganismos responsáveis pelo processo. Em

kombuchas, o açúcar serve de fonte energética para o SCOBY (cultura simbiótica de bactérias e leveduras), e a metabolização resulta na produção de compostos orgânicos, responsáveis pelo sabor ácido da bebida (CARDOSO; REIS, 2024).

Em confeitos, como balas, gomas, pirulitos e caramelos, o açúcar, por ser a principal matéria-prima, desempenha múltiplas funções tecnológicas e sensoriais, influenciando a cor, o sabor e a textura do produto. Em balas duras e pirulitos, por exemplo, a cristalização do açúcar é indesejável, pois compromete essas características. Em balas mastigáveis e balas de leite, a cristalização controlada é esperada, uma vez que auxilia na textura, trazendo maior maciez e mastigabilidade. Além disso, o açúcar contribui para o controle do crescimento de microrganismos deteriorantes, reduzindo a atividade de água devido à propriedade higroscópica, bem como desacelera os processos oxidativos, possibilitando a conservação e o aumento do Shelf Life (vida útil) do produto (JACQUES; CHIM, 2021; MAFALDO, 2018).

2.2. Parâmetros de qualidade do açúcar

Segundo PIETA (2015), para que o açúcar exerça adequadamente suas funções tecnológicas e sensoriais e, até mesmo para ser classificado em um tipo, é fundamental que apresente qualidade. Deste modo, parâmetros são estabelecidos para sua avaliação, dentre os quais se destaca a granulometria. A granulometria do açúcar é um parâmetro de qualidade que pode ser obtido por meio de análise física que avalia o tamanho das partículas (cristais) de açúcar. Este fator exerce influência tanto no processamento quanto nas características do produto. Em termos visuais, cristais menores podem apresentar colorações mais claras. No processamento de produtos fabricados com essa matéria-prima, a granulometria impacta na solubilidade em água, visto que partículas maiores demoram mais para diluir, podendo dificultar a homogeneização com outros ingredientes. Nas características sensoriais de derivados, como biscoitos, açúcares mais finos estão associados a texturas mais duras e crocantes. (PIETA, 2015).

A análise de umidade no açúcar permite quantificar a água presente nesse insumo, sendo um parâmetro essencial de qualidade, devido à capacidade de reter ou liberar água. O excesso de umidade é prejudicial, pois favorece a agregação dos cristais, formando blocos, condição denominada empedramento, que dificulta a sua utilização e afeta propriedades físico-químicas do açúcar. Além disso, a umidade

influencia alimentos elaborados com esse ingrediente: em pudins, pode resultar em texturas mais moles; em biscoitos, aumenta o tempo de assamento, já que a massa permanece úmida por mais tempo; e em balas, pode causar o processo conhecido como “mela”, tornando-as pegajosas (MOREIRA, 2016).

Níveis elevados de umidade reduzem a vida útil tanto do açúcar quanto de produtos fabricados a partir dele, uma vez que a maior atividade de água permite crescimento de microrganismos, como bolores e leveduras, bem como a inversão da sacarose em glicose e frutose (COSTA; CALDEIRA; CAIXETA-FILHO, 2020).

Outra análise relevante para determinar a qualidade do açúcar é a polarização, que consiste em quantificar a concentração de sacarose no produto. Esse valor pode ser expresso em graus de Zucker ($^{\circ}\text{Z}$), geralmente entre 96 e 99,8, ou em porcentagem de sacarose, com valores acima de 99%. Cada tipo de açúcar apresenta um grau de polarização, o que permite sua classificação. Por exemplo, açúcares com polarizações mínimas de 99,8 $^{\circ}\text{Z}$ enquadram-se na categoria de açúcar refinado granulado (DUARTE, 2020).

A polarização está diretamente relacionada à pureza do açúcar, por se tratar do desvio que a luz polarizada sofre ao atravessar uma solução de sacarose, permitindo assim medir sua concentração. Desta forma, quanto maior o grau de polarização, maior será o teor de sacarose presente. Valores menores, por sua vez, indicam a presença de compostos indesejáveis, tais como: a) açúcares redutores (glicose e frutose) – responsáveis pela inversão do açúcar e pela possibilidade de reagirem com outros compostos, resultando na reação de Maillard; b) amido – provoca distorção nos cristais e elevação da viscosidade das soluções açucaradas; c) cinzas – alteram características sensoriais, como cor e textura; d) sais minerais – afetam a solubilidade; e) pigmentos vegetais – influenciam na cor tanto do açúcar quanto dos produtos derivados. Além disso, o teor de sacarose está diretamente relacionado ao potencial adoçante, quanto maior a porcentagem de sacarose do açúcar mais intenso será o dulçor (LIMA, 2017; MOIONGAUGARE, 2022).

Resíduos insolúveis são pequenas partículas provenientes do processo de produção do açúcar, como restos de bagaço da cana-de-açúcar, sais minerais, areia, resquícios de carvão, entre outros. Apesar de fazerem parte do processo produtivo, a presença é indesejável, uma vez que valores elevados indicam falhas na qualidade do açúcar e podem comprometer a qualidade dos produtos fabricados com esse insumo. Atualmente, a legislação brasileira não estabelece limites

máximos de resíduos insolúveis no açúcar, porém, recorre-se a padrões internos das indústrias ou normas técnicas específicas. Assim, como a polarização, a análise de resíduos insolúveis também pode ser indicativa de pureza do produto (PEDRAO, 2022).

Segundo Pedrão (2022), a análise de cinzas de igual forma pode ser utilizada como parâmetro de pureza, visto que são resíduos inorgânicos resultantes do processamento do açúcar. Embora sua presença seja natural, teores elevados são indesejáveis, pois sugerem contaminação desses elementos durante as etapas de produção, o contato com superfícies metálicas de equipamentos ou a presença de outras impurezas, como terra. Além disso, as cinzas podem influenciar as características do açúcar e de seus derivados, como a coloração.

Porém, diferente dos resíduos insolúveis, o limite máximo de cinzas é determinado pela legislação, na mesma Instrução Normativa que classifica o açúcar, sendo esse um dos critérios de qualidade. O valor máximo permitido pode variar entre 0,04 e 0,50% (BRASIL, 2018; SOUZA, 2023).

A dextrana é um carboidrato de cadeia longa produzido pela ação de microrganismos, especialmente bactérias da espécie *Leuconostoc mesenteroides*, através da deterioração da cana-de-açúcar ou do caldo, resultando na fermentação da sacarose. A formação desse polissacarídeo é indesejável no açúcar, uma vez que, durante a fermentação, ocorre a perda de sacarose, responsável pelo dulçor do insumo. Além disso, pode influenciar a formação dos cristais, tornando-os alongados, pode dificultar a cristalização e gerar falsa indicação de pureza devido à sua alta polarização (RAMOS, 2020).

Produtos fabricados com açúcares que contêm dextrana também podem ser afetados. Por exemplo, xaropes tendem a apresentar maior viscosidade, balas podem ficar menos duras, o que não é desejável para balas duras, pirulitos e drops e barras de cereais podem sofrer alterações em sua textura (LEITE, 2019).

2.3. Cor do açúcar e seus impactos em confeitos

A coloração apresentada pelo açúcar também constitui um parâmetro relevante de qualidade e merece destaque, pois a análise denominada cor ICUMSA possibilita a avaliação de diversos aspectos relacionados a este insumo. O principal fator indicado é o grau de pureza: açúcares mais brancos e puros apresentam índices de ICUMSA mais baixos, enquanto açúcares com maior concentração de

contaminantes apresentam coloração escura e índices mais elevados. Essa análise de cor é baseada na capacidade do açúcar em solução aquosa de absorver luz a um comprimento de onda de 420 nm no espectrofotômetro (BARROS, 2018; MAPERO, 2022).

De modo geral, para realizar essa análise, determinada quantidade de açúcar é pesada e dissolvida em água. Em seguida, a solução é homogeneizada com um tampão cujo objetivo é estabilizar o pH, evitando variações que possam interferir na leitura de absorbância. Posteriormente, a amostra é filtrada a fim de remover partículas sólidas que possam comprometer a medição. Após a preparação da amostra, a análise passa por mais duas etapas: a determinação do teor de sólidos solúveis (°Brix) em refratômetro, com o foco em determinar a concentração de sacarose, e a leitura da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 420 nm (faixa na qual compostos responsáveis por colorações amarelas apresentam maior absorção). Por fim, o valor da cor ICUMSA é calculado multiplicando-se a absorbância obtida por mil e dividindo-se o resultado pelo produto da espessura da cubeta e da concentração de sacarose (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Deste modo, a análise permite determinar a cor do açúcar e, a partir desse valor, caracterizar o insumo e seu processo de obtenção. Dentre os parâmetros de qualidade que podem ser interpretados destacam-se: o grau de pureza, a eficiência na higienização dos equipamentos de produção, a estabilidade do insumo e o tamanho das partículas (MACHADO, 2012; CALDAS, 2012).

Por fim, a cor do açúcar pode influenciar diretamente os atributos sensoriais, em especial a cor e a textura, de seus derivados. Por exemplo, açúcares com tonalidades mais escuras podem comprometer a aparência de confeitos que exigem coloração clara ou transparência, como balas, coberturas, refrigerantes e sorvetes, afetando a atratividade e a percepção de qualidade do consumidor. Além do impacto visual, como visto anteriormente, a coloração do açúcar está relacionada ao nível de pureza; a presença de compostos associados a tonalidades mais intensas, isto é, impurezas, também pode interferir na textura, como em coberturas que podem apresentar granulação indesejada (DUARTE, 2020).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar a influência da coloração do açúcar, por meio do índice ICUMSA, na qualidade visual de confeitos, especialmente balas, destacando a importância do controle de qualidade da matéria-prima utilizada.

3.2. Objetivos específicos

- Compreender o papel do açúcar como principal ingrediente na fabricação de confeitos e sua influência nas características sensoriais;
- Identificar os principais parâmetros de qualidade do açúcar, com ênfase na coloração;
- Analisar o grau de pureza de diferentes tipos de açúcar, com base no índice de ICUMSA, e sua influência na aparência dos confeitos;
- Discutir a importância do controle de qualidade da matéria-prima para garantir a conformidade do produto final com os padrões desejados.

4. METODOLOGIA

4.1. Materiais

Foram analisados dois tipos de açúcares: VVHP (com coloração mais escura, de tonalidade amarelada) e cristal branco 2G (com coloração mais clara, tendendo ao branco), adquiridos diretamente de usinas fornecedoras de açúcar ou distribuidores, tais quais Alta Mogiana, Ipiranga, Tereos e Iracema. Os açúcares foram empregados na preparação das balas juntamente com os ingredientes, como glucose, água e corantes azul brilhante e vermelho 40.

Para as análises, foram empregados água destilada e solução tampão de MOPS (Ácido 3-morfolinopropano sulfônico) com pH na faixa de 6,5 – 7,10. No preparo das amostras foram empregados: balança analítica (Mettler Toledo, modelo AB204-S), agitador magnético (LGi Scientific, modelo MS7-H550-S) e bomba a vácuo (Tecnal, modelo TE-058). Para a quantificação foram empregados espectrofotômetro UV-Vis, (Gehaka, modelo VIS-200G) equipado com cubeta de 4 cm de caminho óptico e refratômetro (Atago, modelo RX-5000i). No preparo das balas foram empregados: balança (Marte, modelo AS 2000 C) e termômetro de haste (Testo, modelo 106).

4.2. Análise da cor (ICUMSA)

Inicialmente, pesaram-se 20 gramas de açúcar em um béquer de 150 mL e foram adicionados 60 mL de água destilada. A mistura foi levada ao agitador

magnético para auxiliar a dissolução do açúcar, formando um xarope. Após completa dissolução do açúcar (cerca de 3 a 6 minutos), o xarope foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL. Em seguida, foram adicionados 10 mL da solução tampão de MOPS 0,2 mol/L e o volume foi completado com água destilada. A solução do balão volumétrico foi filtrada a vácuo em um funil de Büchner com membrana de 0,45 µm.

Os primeiros 30 mL do filtrado foram descartados; o volume restante foi coletado e transferido para um béquer limpo e seco. Em seguida, uma pequena quantidade da amostra foi utilizada para determinação do teor de sólidos solúveis (°Brix) em refratômetro, com leitura realizada a 20 °C. O valor obtido foi anotado para uso posterior nos cálculos do índice ICUMSA.

As medidas espectrofotométricas foram realizadas em 420 nm com a solução da amostra filtrada e com a solução do branco analítico (10 mL da solução MOPS e 90 mL de água destilada).

O cálculo da cor ICUMSA foi realizado conforme a Eq. 1.

$$\text{Cor ICUMSA} = \frac{\mathbf{A} \times 1000}{\mathbf{b} \times \mathbf{C}} \quad (\text{Eq. 1.})$$

Onde:

A = Absorbância em 420 nm

b = Comprimento do caminho óptico da cubeta em centímetros

C = Concentração de sacarose em g/mL encontrada em função do Brix a 20 °C

A Tabela 1 de concentração de sacarose (g/mL) em função do Brix à 20°C foi empregada para avaliação dos resultados.

Tabela 1. Concentração de sacarose (g/mL) em função do BRIX a 20 °C.

BRIX	Concentração de sacarose (g/mL)									
%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
8	0,0824	0,0834	0,0845	0,0856	0,0866	0,0877	0,0888	0,0898	0,0909	0,0920
9	0,0930	0,0941	0,0963	0,0963	0,0973	0,0984	0,0995	0,1006	0,1016	0,1027
10	0,1038	0,1049	0,1070	0,1070	0,1081	0,1092	0,1103	0,1114	0,1125	0,1135
11	0,1146	0,1157	0,1179	0,1179	3,1190	0,1201	0,1212	0,1223	0,1234	0,1245
12	0,1256	0,1267	0,1289	0,1289	0,1300	0,1311	0,1322	0,1333	0,1344	0,1355
18	0,1930	0,1941	0,1953	0,1964	0,1976	0,1987	0,1999	0,2011	0,2022	0,2037
19	0,2045	0,2057	0,2069	0,2080	0,2092	0,2104	0,2115	0,2127	0,2138	0,2150
20	0,2162	0,2174	0,2185	0,2197	0,2209	0,2220	0,2232	0,2244	0,2256	0,2268
21	0,2279	0,2291	0,2303	0,2315	0,2327	0,2338	0,2350	0,2362	0,2374	0,2386
22	0,2398	0,2410	0,2422	0,2433	0,2445	0,2457	0,2469	0,2481	0,2493	0,2505

Fonte: INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

4.3. Processo padronizado para produção das balas

Foram produzidos dois tipos de balas: azuis e transparentes. Para a produção das balas azuis, foi preparada inicialmente a solução de corantes em um béquer de 10 mL, composta por 0,20 g de corante azul brilhante, 0,10 g de corante vermelho 40 e 2,70 g de água filtrada. Após a preparação, foram pesados 0,45 g dessa solução, que serão adicionados a uma panela de 2 litros contendo 170 g de açúcar, 150 g de glucose e 45 g de água.

No caso das balas transparentes, a formulação seguiu exatamente os mesmos passos, com a diferença de que não houve adição de corantes à mistura; dessa forma, obtém-se um produto final translúcido. Após o processo de pesagem dos ingredientes, iniciou-se a etapa de cozimento da calda. Para ambos os preparos, a mistura inicial foi aquecida em fogo baixo, com o monitoramento constante da temperatura por meio de um termômetro. Durante o aquecimento, a calda foi homogeneizada até atingir a temperatura de 140 °C, momento em que o fogo foi desligado.

Para finalizar, com o auxílio de uma espátula, a calda cozida foi distribuída nas cavidades retangulares de uma forma de silicone. A forma foi deixada em repouso à temperatura ambiente, permitindo o completo resfriamento da calda. Ao final desse processo, as balas adquiriram uma aparência vítrea.

Uma vez resfriadas, as balas foram desenformadas e dispostas sobre uma superfície neutra, onde foi realizado o registro fotográfico.

4.4. Avaliação do produto final

A avaliação do produto final foi realizada por meio de análise visual, considerando aspectos como coloração, transparência e homogeneidade, tanto individualmente quanto em comparação entre as diferentes amostras de balas. A coloração foi analisada com base nos resultados da análise de ICUMSA, com o objetivo de verificar se os valores estão dentro do esperado e se houve alteração na tonalidade originalmente desejada. Em seguida, foi feito um comparativo entre os produtos, com ênfase na identificação de variações na intensidade da cor, classificando as amostras como mais escuras ou mais claras. Essa análise levou em conta a influência do tipo de açúcar utilizado na formulação, uma vez que diferentes graus de pureza podem afetar diretamente a tonalidade final das balas produzidas.

De forma semelhante à análise da coloração, a transparência e homogeneidade das balas foram avaliados com base nos resultados da análise ICUMSA, com o objetivo de avaliar a compatibilidade entre os dados obtidos e as características visuais esperadas para cada amostra, especialmente em função da tonalidade do açúcar empregado. O comparativo dessas características foi feito em conjunto com a cor, a fim de identificar possíveis correlações entre a intensidade da tonalidade e os níveis de transparência e homogeneidade. Dessa maneira, foi possível avaliar se balas de coloração mais escura apresentam maior ou menor transparência e homogeneidade em relação às balas mais claras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, a caracterização das amostras foi realizada por meio da avaliação visual da coloração do açúcar a olho nu (Figura 3). Embora não seja um método determinante, essa observação é relevante por fornecer um indicativo prévio da qualidade do produto e permitir tirar conclusões sobre possíveis diferenças entre as amostras. A coloração pode antecipar expectativas em relação ao comportamento do açúcar ao ser utilizado na fabricação de seus derivados, em especial características sensoriais referentes à aparência.

Figura 3. Amostras de açúcares VVHP (a-f) e tipo 2 (g-l).



Observa-se que os açúcares do tipo VVHP apresentam uma tonalidade mais amarelada quando comparados aos do tipo 2, conforme previsto teoricamente. Contudo, dentro de um mesmo tipo de açúcar, não é possível identificar de forma nítida quais amostras possuem coloração mais clara ou mais escura. Essa limitação da análise visual ocorre porque pequenas variações de coloração nem sempre são perceptíveis a olho nu. Deste modo, torna-se necessária a realização da análise de cor ICUMSA, que permite distinguir numericamente estas variações. Espectrofotômetro foi utilizado para realizar as análises e os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados de análise de cor (ICUMSA) das amostras de açúcares.

Tipo	Amostra	°Brix	Concentração de Sacarose (%)	Absorbância	Índice ICUMSA (UI)
VVHP	1	18,97	0,2045	0,222	271
	2	18,79	0,2022	0,257	318
	3	18,58	0,1999	0,265	331
	4	18,40	0,1976	0,240	304
	5	19,01	0,2045	0,223	273
	6	19,46	0,2104	0,187	222
Tipo 2	7	19,14	0,2057	0,083	101
	8	19,10	0,2057	0,107	130
	9	19,03	0,2045	0,096	117
	10	19,01	0,2045	0,075	92
	11	18,94	0,2034	0,104	128
	12	19,16	0,2069	0,095	115

Com resultados variando entre 92 e 130 UI, como apresentado na Tabela 2, nota-se que os açúcares do tipo 2 apresentam índices de cor ICUMSA mais baixos em comparação aos açúcares do tipo VVHP, cujos valores variaram entre 222 e 331 UI. Ressalta-se, contudo, que todos os valores obtidos se encontram dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente para cada tipo de açúcar. Essa diferença confirma, na prática, a tendência teórica apresentada por Barros (2018) e Mapero (2022), segundo a qual açúcares mais claros apresentam índices de ICUMSA mais baixos, indicando menor presença de impurezas ou compostos formadores de cor e, conseqüentemente, maior grau de pureza. Ao contrário dos açúcares VVHP que por não passarem por um processo de branqueamento apresentam maior quantidade de compostos residuais, o que justifica seus índices mais elevados e coloração amarelada.

A presença de impurezas também pode ser observada pelos valores de absorbância, uma vez que os valores mais elevados foram registrados para os açúcares do tipo VVHP, evidenciando que uma maior quantidade de compostos interferiu na passagem da luz pela solução de açúcares. Observa-se que os valores de °Brix e concentração de sacarose apresentam pouca variação entre as amostras, indicando homogeneidade entre os açúcares analisados. Tais resultados sugerem que as diferenças no índice de cor ICUMSA não estão relacionadas ao teor de sacarose, mas sim à presença de compostos indesejáveis. Essa hipótese pode ser

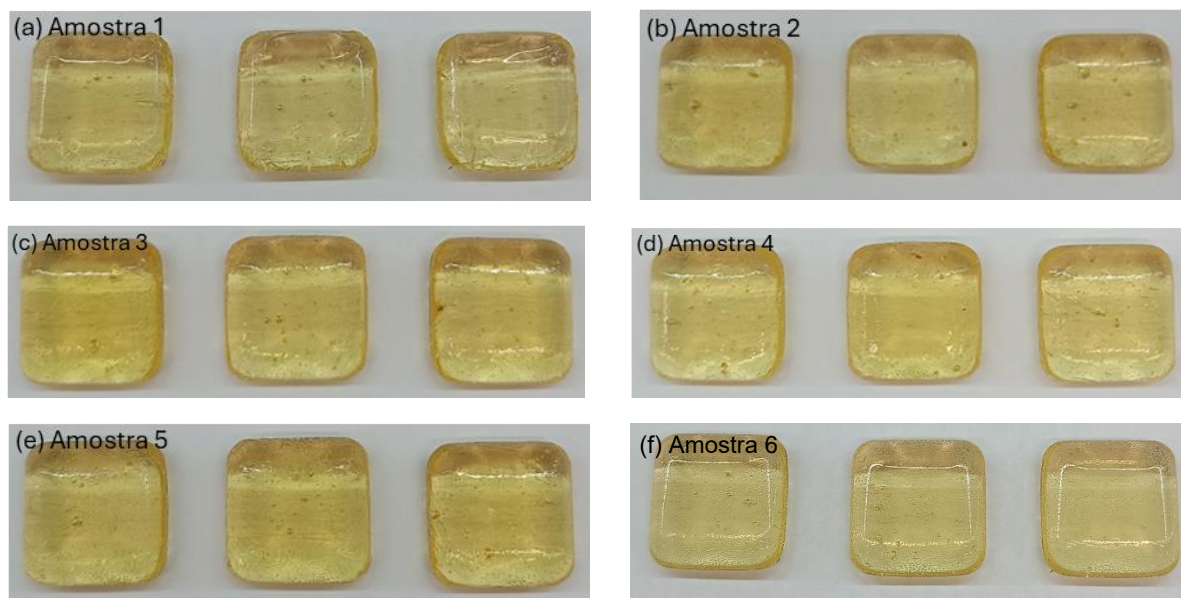
evidenciada por análises adicionais, como polarização, sólidos solúveis e teor de cinzas.

Embora Lima (2017) e Moiongaugare (2022) apontem que a concentração de sacarose está relacionada à presença de composto indesejáveis, sendo que quanto maior a concentração, menor tende a ser a presença desses compostos, para análise de ICUMSA, a concentração de sacarose deriva do total de sólidos solúveis, e não diferencia sacarose pura de outros açúcares e substâncias dissolvidas. Deste modo, essa relação entre °Brix e concentração não é determinante para indicar com precisão a pureza ou teor real de sacarose nas amostras analisadas; entretanto, tais parâmetros são essenciais para os cálculos necessários para a determinação do índice de ICUMSA.

Portanto, a análise conjunta de todos os parâmetros da determinação de cor ICUMSA permite compreender com maior clareza a relação entre a coloração do açúcar e sua pureza, bem como a influência desses fatores sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais. Utilizando esses resultados como base, é possível prever e avaliar, de modo aplicado, como a cor do açúcar impacta a aparência e as características de seus derivados, em especial balas duras, nas quais aspectos visuais, como coloração e brilho, são fatores de grande relevância para a aceitação do consumidor.

Os dois tipos de açúcares foram empregados na produção de balas transparentes conforme as Figuras 4 e 5.

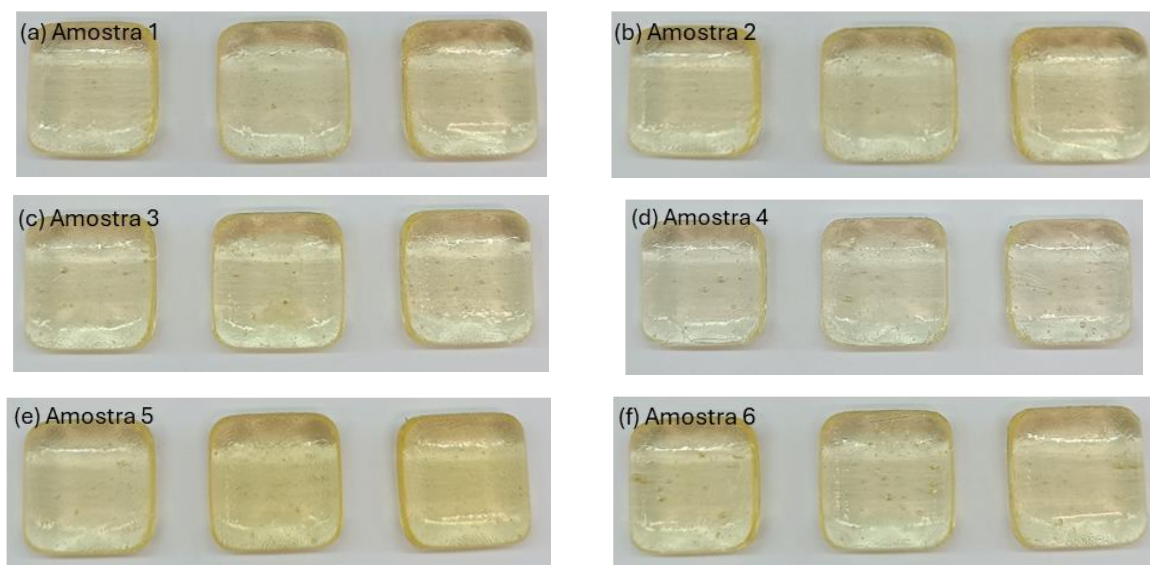
Figura 4. Balas transparentes (a-f) de açúcar VVHP.



As aplicações do açúcar do tipo VVHP na produção das balas transparentes resultaram em uma coloração mais amarelada, como observado na Figura 4, evidenciando que o açúcar com tonalidade mais escura influenciou diretamente a aparência visual do produto final no quesito cor. Todavia, dentro do mesmo tipo de açúcar, as amostras aplicadas não apresentaram diferenças visuais relevantes entre si, com exceção de variações sutis, como observado na amostra da Figura 4(f), que apresentou um tom amarelado mais claro em comparação às demais, compatível com o índice ICUMSA, sendo o mais baixo (222 UI).

Observou-se também a presença de partículas sólidas em algumas amostras, como nas balas do centro das amostras da Figura 4(b) e (f), e nas terceiras balas (da esquerda para a direita) nas amostras da Figura 4(c) e (d). Essas impurezas são indicativas de um processo de menor qualidade, podendo ter sido incorporadas ao açúcar em diferentes etapas da produção, desde a extração do caldo até o transporte.

Figura 5. Balas transparentes (a-f) de açúcar tipo 2.

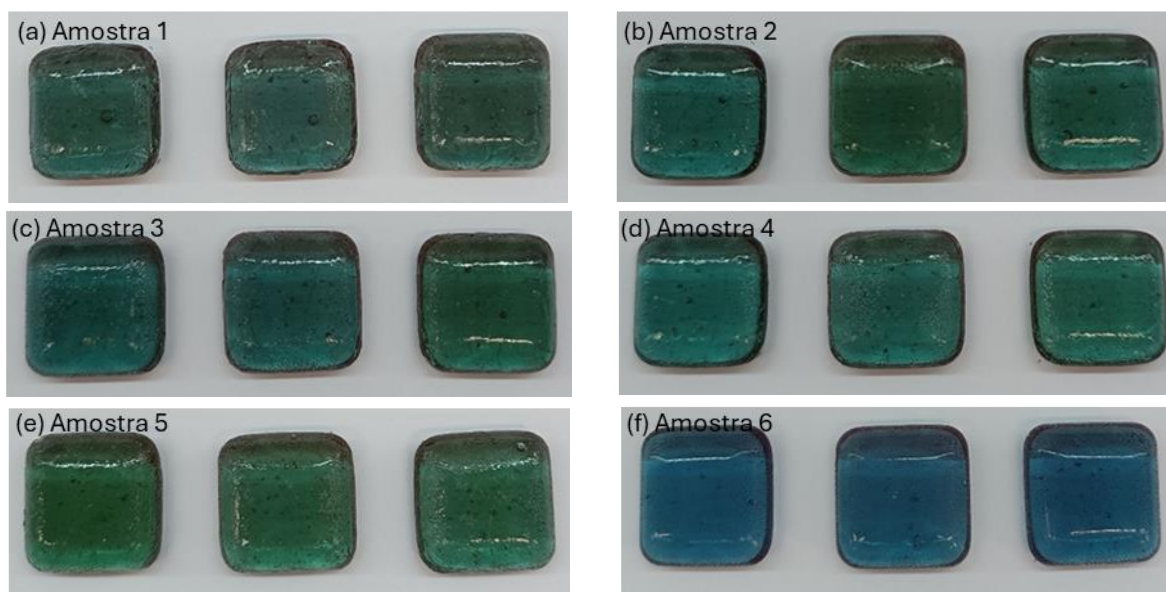


As aplicações do açúcar tipo 2 para as balas transparentes resultaram, de modo geral, em uma coloração mais clara e levemente amarelada, tendendo ao branco, como pode ser observado na Figura 5. Diferentemente do observado nas aplicações de açúcar do tipo VVHP, nas amostras do tipo 2 é possível perceber variações de tonalidade entre os exemplares. A amostra da Figura 5(d) apresentou-se mais clara, o que é compatível com o índice ICUMSA (92 UI), enquanto a amostra da Figura 5(e) apresentou-se mais escura, condizente com o índice ICUMSA alto (128 UI). Todavia, entre as demais amostras, as diferenças de coloração não foram expressivas para estabelecer uma ordem da mais clara para a mais escura. Dentro da mesma amostra, as balas apresentaram uniformidade visual, sem variações perceptíveis na tonalidade, indicando comportamento estável do açúcar durante o processo de cozimento.

Comparando as aplicações do açúcar VVHP e do tipo 2 nas balas transparentes, nota-se que este último apresentou maior transparência e coloração mais clara, o que pode ser mais atrativo ao consumidor para esse tipo de produto: balas duras. Além disso, reforça-se a relação entre o índice de cor ICUMSA e a influência visual no produto final.

Balas azuis também foram produzidas incorporando os dois tipos de açúcares, conforme as Figuras 6 e 7.

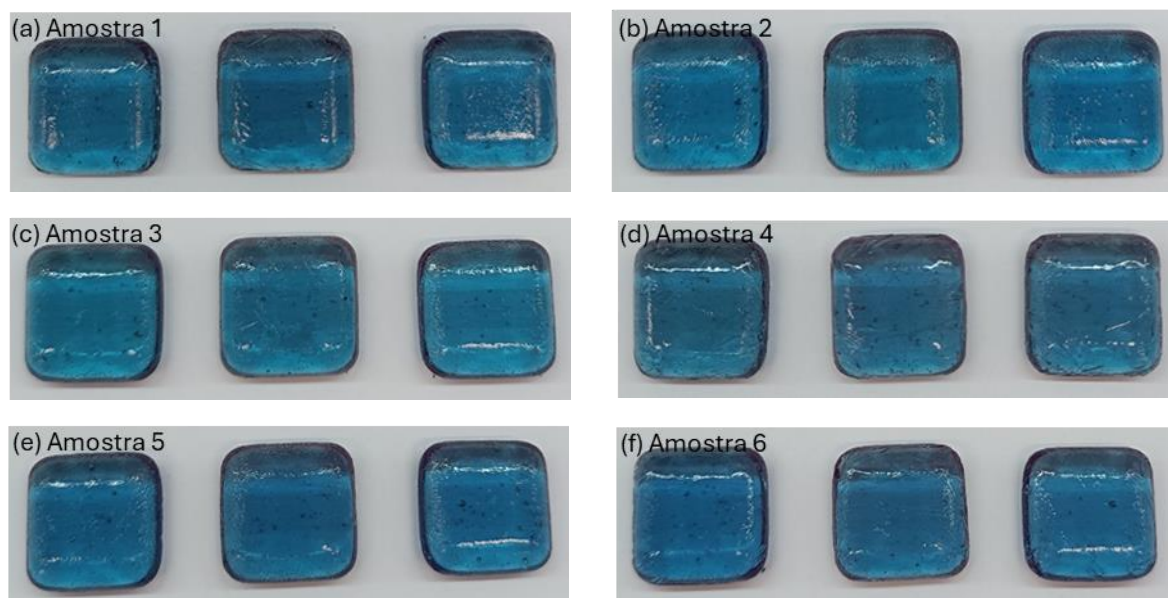
Figura 6. Balas azuis (a-f) de açúcar VVHF.



As aplicações do açúcar tipo VVHP nas balas azuis resultaram, na maioria das amostras, em uma coloração tendendo ao tom esverdeado, como pode ser observado na Figura 6. Essa alteração ocorre devido à interação da coloração amarelada do açúcar com o corante azul, resultando em tons esverdeados que se afastam do azul esperado para o produto final. Tal efeito pode comprometer a aparência e atratividade visual das balas, influenciando negativamente a visão de qualidade pelo consumidor e sua aprovação, conforme destacado por Jambassi (2017).

A amostra da Figura 6(f) foi a única a apresentar o tom esperado, azul, diferindo das demais, que tenderam ao tom esverdeado. Esse resultado pode relacionado ao seu menor índice de cor ICUMSA (222 UI), quando comparado aos das outras amostras, que variaram entre 271 e 331 UI. Tal comportamento também é compatível com o observado nas balas transparentes, reforçando a influência direta da cor do açúcar sobre a aparência visual do produto final. Observa-se que dentro de uma mesma amostra há variações de tonalidade, como apresentado nas amostras da Figura 6(b), (c) e (d), o que pode estar relacionado à presença de impurezas no açúcar, que interferem na uniformidade da cor durante o processo de produção das balas, reforçando novamente a relação entre o grau de pureza, os índices ICUMSA e o impacto visual no produto final.

Figura 7. Balas azuis (a-f) de açúcar tipo 2.



As aplicações do açúcar tipo 2 nas balas azuis resultaram em uma coloração dentro do tom azul esperado, como observado Figura 7. As amostras apresentaram uniformidade de tonalidade dentro de uma mesma formulação, em contraste com o comportamento observado nas balas produzidas com o açúcar VVHP. Esse resultado demonstra maior estabilidade e compatibilidade do açúcar tipo 2 com o corante azul, resultando em uma aparência mais homogênea e atrativa. Todavia, não foram perceptíveis a olho nu diferenças significativas entre tons mais claros ou mais escuros entre as diferentes amostras.

Comparando os resultados obtidos com a aplicação do açúcar VVHP e do tipo 2 nas balas azuis, nota-se que as amostras produzidas com os açúcares do tipo 2, exceto a amostra da Figura 6(f) do tipo VVHP, apresentaram coloração mais próxima do tom azul esperado. Esse resultado reforça que açúcares com menor índice ICUMSA tendem a gerar produtos de coloração mais compatível com o esperado e visivelmente mais atrativos, especialmente em balas duras azuis.

Considerando os resultados obtidos com a aplicação dos dois tipos de açúcar nas balas transparentes e azuis, torna-se evidente como a pureza do açúcar e, consequentemente, sua cor, afeta diretamente a aparência visual do produto, especialmente em aspectos como tonalidade, homogeneidade e transparência. Açúcares com menor índice de cor ICUMSA apresentaram colorações mais estáveis e compatíveis com o esperado para o produto, como observado nas amostras do

tipo 2, enquanto valores mais elevados resultaram em tonalidades pouco atrativas e menor uniformidade.

Deste modo, os resultados demonstraram, na prática, a importância da escolha de uma matéria-prima de qualidade para alcançar os objetivos propostos, bem como do controle rigoroso dos parâmetros de qualidade, a fim de garantir a padronização, a estética visual, a qualidade e a aceitação do produto final pelo consumidor.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo compreender como a coloração do açúcar influencia diretamente a qualidade do produto final, especialmente nos aspectos visuais, por meio da análise de cor ICUMSA e da aplicação do açúcar em balas duras. A partir desses métodos, foi possível comprovar que a cor do açúcar está relacionada ao seu grau de pureza e, consequentemente, influencia significativamente as características estéticas do produto.

Os resultados obtidos demonstraram que açúcares com índice ICUMSA mais baixo, como o tipo 2, apresentaram nas aplicações em balas uma aparência mais uniforme, melhor transparência e coloração mais atrativa. Enquanto, açúcares com valores mais elevados do índice, como o VVHP, resultaram em produtos com instabilidade de coloração, tonalidades indesejadas, menor homogeneidade e presença de partículas sólidas. Esses resultados confirmam que a presença de impurezas, isto é, um menor grau de pureza do açúcar, afeta não apenas os aspectos visuais, mas também a percepção de qualidade por parte do consumidor.

Deste modo, o estudo permitiu não apenas avaliar a influência da coloração do açúcar sobre as características do produto final, mas também compreender o papel fundamental que este ingrediente exerce como principal matéria-prima na fabricação de confeitados. Reforça-se, assim, a necessidade de controle dos parâmetros de qualidade, a fim de garantir a padronização, a qualidade e a atratividade. A análise ICUMSA demonstrou ser um parâmetro de grande relevância e eficiência para avaliar o grau de pureza do açúcar e adequá-lo às devidas aplicações industriais, especialmente em produtos que exigem transparência ou coloração específica.

Por fim, destaca-se a importância do controle de qualidade da matéria-prima tanto no momento da seleção do insumo quanto no monitoramento de seus parâmetros, uma vez que esses fatores são fundamentais para assegurar que o

produto final atenda aos padrões esperados de qualidade e às características sensoriais desejadas. O estudo, portanto, evidencia que variações na qualidade do açúcar podem gerar impactos significativos no resultado final, reforçando a importância de boas práticas de controle, fabricação e padronização em todas as etapas do processo produtivo.

REFERÊNCIAS

BARBOZA, Izabela Vivarelli. Avaliação físico-química de geleias de jabuticaba elaboradas com diferentes tipos de açúcar. 2021. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021. Disponível em: < <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/3718> >. Acesso em: 11 ago. 2025.

BARROS, Maria Cristina Souto. Pesquisa do teor de sulfito em açúcar comercializado em Itumbiara-GO. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2018. Disponível em: < <http://repositorio.ifg.edu.br:8080/handle/prefix/636> > Acesso em: 10 set. 2025

BARROS, Sâmela Leal *et al.* Efeito da adição de diferentes tipos de açúcar sobre a qualidade físico-química de geleias elaboradas com abacaxi e canela. Revista Principia, [S. l.], v. 1, n. 45, p. 150-157, 2019. DOI: 10.18265/1517-03062015v1n45p150-157. Disponível em: < <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/2787> >. Acesso em: 11 ago. 2025

BENATTO, Aline Gisele Zanão. Fatores determinantes da perda de qualidade do açúcar e seus impactos na logística de exportação. 2017. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. doi:10.11606/T.11.2018.tde-08012018-101657. Disponível em: < <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-08012018-101657/pt-br.php> > Acesso em: 18 abr. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 723, de 01º de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários do açúcar, açúcar líquido invertido, açúcar de confeitaria, bala, bombom, cacau em pó, cacau solúvel, chocolate, chocolate branco, goma de mascar, manteiga de cacau, massa de cacau, melaço, melado e rapadura. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 06 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 47, de 30 de agosto de 2018. Estabelece o Regulamento Técnico do Açúcar, definindo seu padrão oficial de classificação, requisitos de identidade e qualidade, amostragem, apresentação, marcação e rotulagem. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 set. 2018. Seção 1, p. 12–15. Alterada pela Instrução Normativa nº 60, de 19 de novembro de 2019.

CALDAS, Celso Silva. Escurecimento do açúcar branco: influência do processo e do tempo de armazenamento. 2012. 90 f. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/9069> . Acesso em: 20 abr. 2025.

CNN BRASIL. Brasil virou “celeiro do mundo” e já lidera exportações mundiais de sete alimentos, diz BTG. Brasília, 4 mar. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/brasil-virou-celeiro-do-mundo-e-ja-lidera-exportacoes-mundiais-de-sete-alimentos-diz-btg> . Acesso em: 18 abr. 2025

CARDOSO, Bryan Fernandes; REIS, Luana de Brito dos. Bebidas Fermentadas: Um Panorama Nacional Baseado em Documentos Patentários. Rio de Janeiro, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos e Engenharia de Bioprocessos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/11422/24463> >. Acesso em: 12 ago. 2025

CATHARINA, Cláudia Moreira Santa. Influência de diferentes combinações de substitutos de açúcar: parâmetros tecnológicos de biscoito tipo cookie. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2021. Disponível em: < <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27574> > Acesso em: 09 ago. 2025

COSTA, Everton Lima; CALDEIRA, Pedro Matavelli Alves; CAIXETA-FILHO, José Vicente. Importância das chuvas no frete de açúcar para exportação no estado de São Paulo. Revista Estudo & Debate, Lajeado, RS, v. 27, n. 3, p. 68-89, 2020. DOI: 10.22410/issn.1983-036X.v27i3a2020.2513. Disponível em: < <https://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/2513> >. Acesso em: 23 set. 2025.

DUARTE, João Vitor Goes. Avaliação da qualidade e das condições de embalagem de açúcares comerciais com relação a Instrução Normativa nº. 47 do Ministério da Agricultura. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Produção Sucroalcooleira). Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/24293> >. Acesso em: 27 ago. 2025

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Qualidade**. Agência de Informação Tecnológica – Tecnologia de Alimentos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/qualidade> . Acesso em: 18 abr. 2025.

FARINELLI, Monike Mara Rodrigues; MELO, Claudia Maria Tomás. Avaliação da qualidade físico-química de três marcas de açúcar do tipo cristal. Revista Inova Ciência & Tecnologia / Innovative Science & Technology Journal, [S. l.], v. 7, p. e0211143, 2021. DOI: 10.46921/riact2021-1143. Disponível em: <https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/inova/article/view/1143/514> . Acesso em: 19 abr. 2025

FERREIRA, Marcela Benevenuto; HORTA, Patrícia Maia do Vale; MAIA, Haline Aparecida de Oliveira. AÇÚCAR EM QUATRO ATOS. CES Revista, [S. l.], v. 32, n. 2, dez. 2018. ISSN 1983-1625. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/cesRevista/article/view/1704> . Acesso em: 18 abr. 2025.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <https://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos> . Acesso em: 23 abr. 2025.

JACQUES, Andressa Carolina; CHIM, Josiane Freitas. Tecnologia de açúcares, balas e caramelos. Canoas, RS: Merida Publishers, 2021. Disponível em: < <https://meridapublishers.com/tabac/tabac.pdf> > Acesso em: 24 ago. 2025

JAMBASSI, Jéssica Rodrigues. Aspectos da qualidade do açúcar: impactos de diferentes condições de armazenamento nas características físico-químicas e microbiológicas. 2017. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. doi.org/10.11606/D.11.2017.tde-16082017-152118 Disponível em: < <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-16082017-152118/pt-br.php> >. Acesso em: 20 abr. 2025.

LEITE, Inácio Ramos. Avaliação e otimização do desempenho do extrato de tanino de Acácia Negra na clarificação de caldo e xarope de cana para fabricação de açúcar. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2019. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/11449/181270> > Acesso em: 03 set. 2025

LEITE, Tatielen Fernandes; LIMA, Juliana Pinto de; PAIVA, Caroline Liboreiro. Elaboração e análise físico-química de licor de Pequi com variações na extração alcoólica e concentração de calda. Simpósio de Engenharia de Alimentos-Simeali (3): interdisciplinaridade e inovação na engenharia de alimentos, 2019. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1843/43380> >. Acesso em: 11 ago. 2025

LIMA, Roberta Bergamin. Avaliação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos formadores de flocos em açúcar cristal branco. 2017. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola). – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. <https://doi.org/10.11606/T.11.2017.tde-16102017-173156> Disponível em: < <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-16102017-173156/pt-br.php> > Acesso em: 29 ago. 2025

MAFALDO, Ísis Meireles. Elaboração de balas de goma adicionada de polpa de sapota (Manilkara zapota L.).2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo de Alimentos). Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018). Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26600> > Acesso em: 24 ago. 2025

MACHADO, Simone Silva. Tecnologia da fabricação do açúcar. Inhumas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás e e-Tec Brasil, 2012. Disponível em: < https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/448/tecnolog_da_fabricacao_do_a_cucar.pdf?sequence=5 >. Acesso em: 18 abr. 2025

MAPERO, Monteiro Carlos Monteiro. Uso de estatística multivariada para a avaliação da qualidade do xarope de açúcar bruto usado no preparo de refrigerantes. 2022. 61 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

Disponível em < <http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/15197>>
Acesso em: 31 ago. 2025

METELLO, Daisy de Fátima Nogueira; CORTES, Évelin Céspedes; CABANHA, Geysa Gimenez. Comparação de Resultados dos Padrões de Umidade e Resíduo Mineral Fixo em Açúcares Cristal e Refinado. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. [S. l.], Ano 03, Ed. 07, Vol. 06, p. 56-62, Julho de 2018. ISSN:2448-0959. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/nutricao/acucares-cristal#_ftn1 Acesso em: 20 abr. 2025.

MOIONGAUGARE, Filimone David. Determinação de parâmetros físico-químicos do Açúcar nacional e Sul-africano. 2022. Relatório de estágio profissional realizado no laboratório nacional de higiene de águas e alimentos (LNHAA), departamento de química de alimentos - Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique. Disponível em: < <http://monografias.uem.mz/handle/123456789/3067> >. Acesso em: 31 ago. 2025

MOREIRA, Leise Nascimento. Técnica dietética. 1. ed. Rio de Janeiro: SESES, 2016.

PEDRAO, Kennedy Junio Cruz. Caracterização e avaliação da produção de açúcar VHP em uma usina de açúcar de cana. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2022. Disponível em: < <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29190> > Acesso em: 01 set. 2025

PIETA, Adriana. Influência da granulometria do açúcar na textura e cor de biscoitos rosca sabor leite. 2015. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015. Disponível em: < <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1395> > Acesso em: 02 set. 2025

RAMOS, Thiago Alves. Perdas industriais na recepção, preparo e moagem da cana no setor sucroenergético. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Produção Sucroalcooleira) - Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/24291> >. Acesso em: 03 set. 2025.

SALGADO, Thaiane de Abreu. Indústria sucroenergética: aspectos históricos, econômicos e processo produtivo do açúcar. 2024. Monografia (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2024. Disponível em: < https://sip.prg.ufla.br/arquivos/php/bibliotecas/repositorio/download_documento/baixa_r_por_anosemestre_matricula.php?arquivo=20241_201910217 > Acesso em: 27 jul. 2025

SARTORI, Juliana Aparecida de Souza. Qualidade físico-química da cana-de-açúcar e microbiológica do caldo sobre o processo de ozonização do caldo na redução sustentável da cor ICUMSA e impurezas vegetais. 2017. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. doi:10.11606/T.11.2018.tde-15032018-100208. Disponível em: <

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-15032018-100208/pt-br.php> >

Acesso em: 18 abr. 2025.

SILVA, Missilene Bastos da. Avaliação da produção de açúcar líquido invertido. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Produção Sucroalcooleira) – Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/15935> >. Acesso em: 19 abr. 2025

SOUZA, Geandson Altiéres Querino de. Avaliação físico-química de açúcares tipo I comercializados no estado da Paraíba. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2023. Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/29194> > Acesso em: 20 abr. 2025.

OLIVEIRA, Milene Pereira; MADALENO, Leonardo Lucas. Controle do processo de cozimento na produção de açúcar. Ciência & Tecnologia, [S. l.], v. 15, n. 1, p. e1512, 2023. DOI: 10.52138/citec.v15i1.272. Disponível em:< <https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/citec/article/view/272> >. Acesso em: 27 jul. 2025.