

**SUJIDADES MICROSCÓPICAS EM AÇÚCAR GRUPO I - BRANCO –
CRISTAL, COMERCIALIZADO NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA – MG***

Nauany Silva Leão**

Vanusa Maria da Silva Leão***

Pedro Henrique Ferreira Tomé****

Marcos Antônio Lopes*****

Edson José Fragiorge (Orientador)*****

RESUMO

A presença de sujidade em açúcar cristal é uma indicação das condições sanitárias inadequadas durante o processamento, armazenamento, transporte ou comercialização, o que pode reduzir a vida útil do alimento e causar intoxicação alimentar. O presente trabalho teve como objetivo levantar dados quanto à presença de sujidades leves em amostras de açúcar cristal de diferentes marcas comercializadas no município de Uberlândia MG, como indicativo do nível higiênico e verificar a qualidade dos mesmos de acordo com a legislação Brasileira. As dezoito amostras analisadas estavam impróprias para o consumo, por apresentarem no mínimo dois tipos de sujidades leves (graveto seco, fio de algodão, pelo, fragmento de inseto ou resíduo não identificado). Em conclusão, todas as amostras apresentaram alguma sujidade e não estão em conformidade com a legislação vigente.

Palavras-chave: Sujidades leves. Análise microscópica. Segurança alimentar.

*Artigo do trabalho registrado na Coordenação de Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Superior em Tecnologia de Alimentos do IFTM (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberlândia).

**Graduanda em Engenharia Agrônoma – Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM; *Campus* Uberlândia. E-mail: shopie41@gmail.com

***Tecnóloga em Alimentos, Graduada – Instituto Federal do Triângulo Mineiro; *Campus* Uberlândia. vmalimentos@hotmail.com

****Engenheiro Agrícola, Doutor em Ciências dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras – UFPA. Professor do Departamento de Bioquímica dos Alimentos do IFTM – *Campus* Uberlândia. E-mail: pedrotome@iftm.edu.br

*****Químico, Doutor em Química – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor do Departamento de Química dos Alimentos do IFTM – *Campus* Uberlândia. E-mail: marcosal@iftm.edu.br

*****Biólogo, Doutor em Genética e Bioquímica – Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Professor Titular do Departamento de Físico-química e Microbiologia dos Alimentos do IFTM – *Campus* Uberlândia – Rodovia Municipal Joaquim Ferreira, Fazenda Sobradinho. s/n. Zona Rural Cx. Postal 1020 – CEP 38400-970, Uberlândia – MG. E-mail: edsonjose@iftm.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a indústria açucareira brasileira. É nesse aspecto da importância deste setor agroindustrial que se justifica a necessidade do conhecimento e disseminação das informações pertinentes aos processos de produção de um açúcar de qualidade evitando qualquer tipo de risco químico, físico ou biológico (GROFF, 2010).

A matéria prima alimentícia pode ser contaminada durante várias etapas de seu beneficiamento, ainda no campo ou durante o manuseio, processo tecnológico, armazenamento e distribuição inadequados. A aceitabilidade do produto final pode, então, ser diminuída principalmente sob o ponto de vista estético devido à presença de materiais estranhos e sujidades, uma vez que fabricantes, consumidores e órgãos de fiscalização esperam que os alimentos estejam inteiramente livres de qualquer sujidade e material estranho (BARBIERI, 1990).

Considerando a qualidade do produto final do ponto de vista da higiene é de extrema importância isolar matérias estranhas que podem ocasionalmente atingir os alimentos, como insetos e seus fragmentos, excrementos e pelos de roedores ou humanos, além de sujidades em geral, como grãos de areia e gravetos de vegetais, pois de alguma forma todos podem indicar o nível de contaminação e as condições de práticas de higiene utilizadas na produção dos produtos alimentícios (BARBIERI; SERRANO, 1995).

As sujidades em alimentos caracterizadas por fragmentos de ossos e cartilagens; da incorporação de materiais estranhos ao alimento, tais como pedaços de madeira, metal, vidro ou plástico desprendido de equipamentos ou utensílios empregados na preparação dos alimentos; ou das embalagens em que foram acondicionados, do meio ambiente em que foram preparados e do próprio manipulador, são causadoras de perigos físicos (GERMANO, 2003).

O açúcar é um produto muito consumido pela população no preparo de alimentos, sendo necessária a realização de análises microscópicas para determinar a presença de sujidades e adulterações que possam comprometer a saúde do consumidor.

Ainda que seja impossível a produção de alimentos totalmente livres de contaminação de diversas origens por materiais estranhos e sujidades, esta poderá ser reduzida com a utilização das Boas Práticas de Fabricação e de Armazenamento que no Brasil, passaram a ser exigidas por lei somente a partir de 1993 (BRASIL, 1993).

O objetivo do trabalho foi levantar dados quanto à presença de sujidades leves, como indicativo do nível higiênico, em açúcar cristal de diferentes marcas comercializadas no município de Uberlândia – MG, e verificar a conformidade dos mesmos de acordo com a legislação vigente.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico da cana-de-açúcar no Brasil.

A cultura da cana-de-açúcar surgiu no Brasil em meados do século XVI pela necessidade de se colonizar, defender e explorar as riquezas deste território – até então sem tanta importância econômica para Portugal. Vários foram os motivos para a escolha da cana, entre eles, a existência no Brasil do solo de massapé, propício para este cultivo, sendo que as primeiras mudas foram trazidas da Ilha da Madeira, em Portugal, no século XVI por Martim Afonso de Souza, responsável pela instalação do primeiro engenho brasileiro em São Vicente – SP, no ano de 1532. Posteriormente, a cana-de-açúcar foi cultivada nos estados do Pernambuco e Bahia, nos quais, o clima, solo e escoamento da produção eram favoráveis. Alguns engenhos evoluíram e transformaram-se futuramente em usinas de cana (MATTOS, 1942).

A cana-de-açúcar teve como centro de origem a região leste da Indonésia e Nova Guiné e ao longo de muitos séculos, se disseminou para várias ilhas do sul do Oceano Pacífico, Indochina, Arquipélago da Malásia e Bengala, aparecendo como planta produtora de açúcar na Índia tropical. Os Persas foram os primeiros a desenvolver técnicas de produção do açúcar estabelecendo as rotas do açúcar entre os países asiáticos e africanos (DELGADO; CESAR, 1977).

De acordo com Schwartz (1988), o açúcar se manteve como uma importante atividade econômica no Brasil Colônia, inicialmente com o uso extensivo de trabalhadores indígenas e depois com o trabalho africano por possuírem experiência com a atividade açucareira na Península Ibérica.

A produção de cana-de-açúcar, estimada para a safra 2018/19, é de 625,96 milhões de toneladas e a de açúcar deverá atingir 35,48 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

A cana de açúcar marcou decisivamente os três primeiros séculos da nossa história, o açúcar brasileiro alterou a dieta alimentar do mundo europeu, passando o

produto a ser usado em larga escala, substituindo o mel e transformando os doces em presença constante nas refeições (SEBRAE, 2004).

2.2 O consumo do açúcar no mercado Brasileiro.

A cultura da cana-de-açúcar apresenta grande importância no agronegócio brasileiro, representando a indústria sucroalcooleira cerca de 2% das exportações nacionais, além de reunir 6% dos empregos agroindustriais brasileiros e contribuir de maneira efetiva para o crescimento do mercado interno de bens de consumo (BOLOGNA-CAMPBELL, 2007).

O caldo da cana-de-açúcar fornece o açúcar, a cachaça, o álcool, a rapadura e outros, enquanto que, do bagaço processado adequadamente, obtêm-se o papel, a ração, o adubo ou o combustível e, das folhas, a cobertura morta ou ração animal. Assim, a agroindústria da cana-de-açúcar, direciona-se a integrar os sistemas de produção alimentar, não alimentar e energético, envolvendo atividades agrícolas e industriais (VASCONCELOS, 2002).

O Brasil em função de suas especificidades geográficas e edafo-climáticas, são permitidas duas safras por ano, uma no Norte-Nordeste e outra no Centro-Sul, possibilitando a produção de açúcar e álcool para os mercados interno e externo ao longo de todo o ano (RODRIGUES, 2010).

Na safra 2014/2015 o Brasil consumiu em torno de 12 milhões de toneladas de açúcar. A relação consumo kg/habitante/ano, foi de 45kg em 2014 (UNICA, 2015).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande importância para o agronegócio brasileiro (CONAB, 2018).

2.3 Aspectos da Cultura

A cana-de-açúcar é da ordem das gramíneas. Desenvolve-se em forma de touceira (moita). A parte aérea é formada por colmos, caule típico das gramíneas, folhas, inflorescências (conjunto de flores arranjadas em haste) e frutos. Ainda na parte superior da planta se localiza a gema apical (palmito) que cresce horizontalmente. A parte subterrânea é constituída por raízes e rizomas espessos e ricos em reserva nutritiva (NETO, 2010).

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae, é uma planta semiperene com metabolismo fotossintético C₄, produz e armazena sacarose nos colmos (TEJERA et al.,

2007), nas lavouras canavieiras é cultivado um híbrido interespecífico que recebe a denominação *Saccharum* spp. (RIPOLLI et al., 2006).

A parte morfológica da cana-de-açúcar de interesse comercial é o colmo, onde estão armazenados os carboidratos de reserva, a sacarose industrializável (MATSUOKA, 2000). A composição química dos colmos é extremamente variável em função de diversos fatores como a idade fisiológica, condições climáticas durante o desenvolvimento e maturação, propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, tipo de cultivo entre outros (PARANHOS, 1987; MARQUES; MARQUES; TASSO JÚNIOR, 2001) e variedade da cultura (MATSUOKA, 2000).

2.4 Composição e tipos de açúcar

O açúcar é obtido da cana-de-açúcar ou da beterraba açucareira. No Brasil e na Austrália a preferência é pela cana devido à sua maior capacidade de aclimação e adaptação aos ambientes locais; em países europeus é utilizada a beterraba açucareira (OLIVEIRA et al., 2007).

De acordo com a Instrução Normativa de 13 de novembro de 2017 (BRASIL, 2017), define-se por açúcar: o produto obtido a partir da cana-de-açúcar pertencente às cultivares provenientes da espécie *Saccharum officinarum* L. através de processos adequados; é constituído por cristais, com exceção do açúcar líquido.

Quimicamente os açúcares são carboidratos ou hidratos de carbono, com fórmula molecular $(CH_2O)_n$ e formam as classes dos monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. O carboidrato encontrado em maior proporção é a sacarose, um dissacarídeo (classe dos Oligossacarídeos) formado por glicose e frutose (ALBUQUERQUE, 2011).

De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2017), o açúcar é classificado em Grupos de acordo com o uso proposto, em Classes segundo seu modo de obtenção e Tipos conforme o estado físico, Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da classificação dos açúcares de acordo com Instrução Normativa de 13 de novembro de 2017 (BRASIL, 2017).

Grupos	Classes	Tipos
Grupo I açúcar destinado à alimentação humana através de venda direta ao consumidor final	Branco	Cristal
		Refinado amorfo
		Refinado granular
		Açúcar de confeitiro
	Bruto	Demerara
		VHP Very High Polarization VVHP Very Very High Polarization
Grupo II açúcar destinado a indústrias alimentícias e outras finalidades de uso.	Branco	Cristal
		Refinado amorfo
		Refinado granular
		Açúcar de confeitiro
	Bruto	Demerara
		VHP Very High Polarization VVHP Very Very High Polarization
Líquido	Líquido	
	Líquido invertido	

Fonte: BRASIL (2017), com modificações.

Este estudo utilizou amostras de açúcar pertencentes ao Grupo I, classe Branco, ou seja, aquele obtido por fabricação direta nas usinas através do processo de extração e clarificação do caldo da cana-de-açúcar por tratamentos físico-químicos com branqueamento, seguidos de evaporação, cristalização, centrifugação e secagem do produto final e do tipo Cristal por ser obtido por fabricação direta através do processo de extração e clarificação do caldo da cana-de-açúcar por tratamentos físico-químicos com branqueamento, seguidos de evaporação, cristalização, centrifugação, secagem, resfriamento e peneiramento do produto final e podendo ser comercializado na forma moída ou triturada.

2.5 Processos da fabricação do açúcar

2.5.1 Recepção, preparo, limpeza e moagem da cana

No processo de fabricação da cana-de-açúcar encontram-se atividades que vão desde avaliação do estágio de maturação da cana, o corte e carregamento, até o transporte e o descarregamento dentro da indústria. A maturação da cana-de-açúcar é um fator importante a ser considerado, visto que o rendimento e a qualidade do caldo diferem significativamente durante o período de maturação (HAMERSKI, 2009). O caldo de cana de boa qualidade possui alto valor de sólidos solúveis (°Brix), do qual, a maior proporção é de sacarose.

De acordo com Marques; Marques; Tasso Júnior (2001), o teor de sacarose na planta aumenta progressivamente até a um ponto máximo. Em seguida, inicia-se um processo de hidrólise ou inversão da sacarose por enzimas da própria planta (obtenção de energia para processos vitais), fazendo com que o teor total de açúcar na planta decresça progressivamente. Em consequência disso, a cana-de-açúcar tem seu período útil de industrialização (PUI), que se inicia na época em que as mesmas passam a apresentar o teor mínimo de sacarose estabelecido, que permita a sua industrialização e deve terminar antes que o teor de sacarose comece a decair. Outros critérios utilizados para a classificação das variedades de cana-de-açúcar são os teores de açúcar redutor e a pureza, no caldo, bem como a fibra na cana são variáveis consideradas nessa avaliação.

Em relação à colheita, a cana pode ser colhida verde (crua) ou queimada. O corte pode ser realizado manualmente ou mecanicamente (inteira ou picada), de acordo com a topografia da plantação e dos recursos disponíveis. A estocagem da cana deve ser feita no máximo por 2 dias, de forma a evitar a perda de açúcar por decomposição bacteriológica e por ação do próprio metabolismo da planta. Além disso, pode ocorrer ressecamento nos colmos e conseqüentemente, dificuldades na moagem, aumentando as perdas de sacarose no bagaço (MARQUES et al., 2008).

A cana-de-açúcar, transportada do campo para a indústria de acordo com a peculiaridade da região produtora (em lombo de animal, ferrovia, hidrovia e rodovia) ao chegar à usina, é analisada quanto ao teor de sacarose e segue para o processamento. Algumas usinas fazem uso de um sistema de lavagem da cana antes da moagem, outras não (TFOUNI, 2005).

A recepção da cana é realizada em mesas laterais de alimentação da esteira, na qual é lavada e, por meio de uma esteira metálica, passa para a fase de preparo que

consiste em picar e desintegrar a cana, rompendo as células que contêm o caldo rico em açúcar. Essa operação facilita a extração do caldo pela moagem, aumentando a capacidade das moendas e produzindo um bagaço de maior aceitação à embebição. Para o preparo da cana pode ser utilizado um conjunto de facas rotativas ou um desfibrador, ou ambos trabalhando em conjunto. Ao fim do preparo, a cana vai para as moendas, onde é extraído o caldo (TFOUNI, 2005; UNICA, 2008).

2.5.2 Extração do caldo

Segundo Alcarde (2007) a extração do caldo da cana consiste no processo físico de separação da fibra (bagaço), sendo feito, fundamentalmente, por meio de dois processos, moagem ou difusão, sendo que a extração do caldo de cana-de-açúcar nas usinas brasileiras, em sua maioria, realiza-se a partir da moagem, com embebição.

Na extração por moagem, a separação é feita por pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana desfibrada, durante a passagem do bagaço de uma moenda para outra é realizada a adição de água para auxiliar na extração da sacarose. As moendas convencionais são constituídas de três rolos (ternos), dispostos em triângulo, de modo que a fibra seja comprimida duas vezes: entre o rolo superior (móvel) e o de entrada (fixo), e entre o rolo superior e o de saída (fixo). No entanto, somente a pressão não expelle mais do que 90,0% do caldo contido nas fibras, e torna-se necessário fazer a embebição do bagaço para recuperar maior volume de caldo (ANDRADE; CASTRO, 2006) Figura 1.

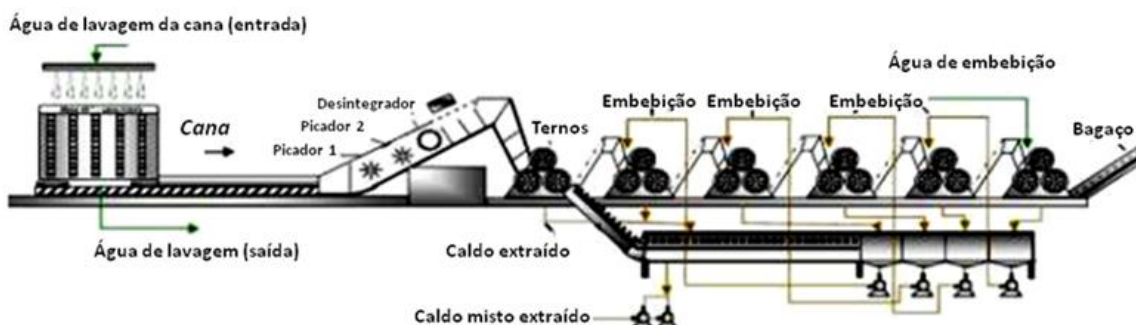


Figura 1. Extração do caldo de cana-de-açúcar em moendas.

Fonte: Camarado (2008), citado por Lima (2012).

Na difusão, a separação é feita pelo deslocamento da cana desintegrada por um fluxo contracorrente de água. Com a utilização de difusores obtém-se eficiência de extração da ordem de 98%, contra os 96% conseguidos com a extração por moendas. A desvantagem do uso dos difusores é que estes carregam mais impurezas com o bagaço para as caldeiras, exigindo maior limpeza das mesmas devido à pior qualidade do bagaço (LIMA, 2012).

2.5.3 Tratamento (Clarificação) do caldo

Segundo Andrade; Castro (2006) para remover as impurezas grossas, o caldo é inicialmente peneirado e, em seguida, tratado com agentes químicos, para coagular parte da matéria coloidal (ceras, graxas, proteínas, gomas, pectinas, corantes), precipitar certas impurezas (silicatos, sulfatos, ácidos orgânicos, Ca, Mg, K, Na) e modificar o pH. A remoção destas impurezas faz-se necessária antes que se passe a fase de clarificação, pois as mesmas promovem frequentes entupimentos de bombas, propiciando incrustações em canalizações, e em tubulações dos corpos aquecedores e evaporadores.

A clarificação do caldo de cana é um dos processos unitários mais crítico das usinas açucareiras. Visto que a qualidade da clarificação influencia na filtração do caldo, no cálculo do coeficiente de transferência de calor no evaporador, na cristalização da sacarose e na qualidade e quantidade do açúcar produzido. Também afeta a cor, a morfologia dos cristais, as cinzas e o conteúdo de polissacarídeos no produto final (DOHERTY; RACKEMANN, 2008).

2.5.3.1 Métodos de clarificação do caldo de cana

De acordo com Andrade; Castro (2006) existem cinco métodos utilizados no processo de clarificação do caldo de cana.

2.5.3.1.1 Calagem ou defecação

A calagem ou defecação consiste na adição de cal hidratada (leite-de-cal), suficiente para neutralizar os ácidos orgânicos presentes no caldo. Na sequência, o caldo caleado é aquecido a 90-105 °C (HONIG, 1953).

A presença de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e o aumento da temperatura levam a formação de um precipitado flocoso de composição complexa, na qual se encontram partículas de fosfato de cálcio, sais de ácidos orgânicos, proteínas desnaturadas (albumina),

gorduras, ceras e gomas. Esse precipitado adsorve e arrasta grande parte do material suspenso no caldo, sendo posteriormente separado por decantação (HUGOT, 1977).

2.5.3.1.2 Fosfatação

A fosfatação consiste na adição de ácido fosfórico combinado à calagem. Geralmente, realiza-se a fosfatação antes da calagem para que o ácido precipite parte dos coloides, enquanto que, a cal neutraliza o meio e permite a formação dos flocos de fosfato de cálcio, os quais agregam as impurezas coloidais e adsorvem os compostos coloridos. O precipitado é então separado por sedimentação ou por flotação (HUGOT, 1977).

2.5.3.1.3 Sulfitação

A sulfitação constitui o principal processo de clarificação do caldo de cana empregado nas usinas brasileiras que produzem açúcar cristal branco. Consiste, basicamente, na adição de dióxido de enxofre gasoso (SO_2) ao caldo misto, pré-aquecido a temperatura de 60,0 °C, até atingir o valor de pH entre 3,8 e 4,2 (aproximadamente 150 a 300 g de enxofre por tonelada de cana) e posterior alcalinização com leite de cal até pH 7,0-7,2. A neutralização do caldo sulfitado, conduz a formação do precipitado pouco solúvel, sulfito de cálcio, o qual atua na adsorção dos compostos coloridos e outras impurezas. Em seguida, o caldo é aquecido a 100,0-105,0 °C e enviado aos sedimentadores para a remoção dos compostos precipitados (HONIG, 1953; DELGADO; CESAR, 1977).

2.5.3.1.4 Carbonatação

A carbonatação é um processo comum na purificação do caldo de beterraba e foi introduzido na clarificação do caldo de cana, em Java, por volta de 1880 (ROCHA, 1987).

Em países como Inglaterra, Austrália e África do Sul é empregado no refino de açúcares brutos (VIEIRA, 1982). Enquanto que no Brasil não apresenta aplicação em escala industrial.

Este processo consiste em adicionar leite de cal e gás carbônico (CO_2) ao caldo de cana, sob condições controladas, formando um precipitado cristalino, o carbonato de cálcio. Este, por sua vez, adsorve e incorpora grande parte da matéria coloidal e

insolúvel, os não açúcares inorgânicos e as substâncias que conferem cor ao caldo. Na sequência, o precipitado é separado do caldo clarificado por filtração (CHEN; CHOU, 1993, MOODLEY et al., 2003).

2.5.3.1.5 Óxido de magnésio

Uso de óxido de magnésio sob efeito da temperatura, provoca a formação de precipitados que promovem a remoção das impurezas sem afetar o teor de sacarose (ANDRADE; CASTRO 2006).

2.6 Padrões de Qualidade

Será desclassificado e considerado impróprio para o consumo humano, com a comercialização proibida, o açúcar Grupo I Branco que apresentar uma ou mais das situações indicadas a seguir i) mau estado de conservação, incluindo aspecto generalizado de deterioração ou fermentação, alta umidade, presença de insetos ou detritos de animais e matéria terrosa acima do permitido em legislação específica; ou ii) odor estranho, impróprio ao produto, que inviabilize a sua utilização para o uso proposto (BRASIL, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Biologia pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberlândia.

Os dezoito lotes compreendendo nove marcas de açúcar Grupo I, Branco e Cristal obtidas do processamento da cana-de-açúcar, apresentadas em pacotes de 5,0 kg, foram obtidas aleatoriamente em supermercados de diferentes bairros de Uberlândia-MG, no período de março a junho de 2018. As marcas foram denominadas A, B, C, D, E, F, G, H e I.

Todo material de laboratório utilizado nas análises foi rigidamente inspecionado quanto à presença de poeira e outras partículas solidas.

A representatividade da amostra laboratorial em relação à amostra colhida no campo depende da preparação física a que as amostras são submetidas e nomeadamente da operação de homogeneização e quartilha, para tanto, utilizou-se o método do quarteamento (NEVES, 2008).

As amostras foram colocadas em cima de um papel perfeitamente limpo, de modo que as partículas se disponham sob a forma de um cone, em seguida, com a ajuda de uma espátula e fazendo pressão no vértice, obteve-se um cone truncado que foi dividido em partes iguais (4). Após, foi retirada metade das partes obtidas (uma sim, uma não), misturou-se e recomeçou-se o processo até reduzir a amostra ao peso desejado (50,0 g).

Para determinação de sujidades leves, em triplicata, foi utilizada metodologia de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Às 50,0 g da amostra obtida, foram adicionados 400,0 mL de água destilada, em Becker de 1000,0 L. O sistema foi homogeneizado com auxílio de um bastão de vidro até completa dissolução em temperatura de 25,0 °C. Em seguida, a solução foi filtrada a vácuo (-600,0 mmHg) sobre papel de filtro em funil de Buchner. O papel de filtro foi adsorvido entre lâmina e lamínula utilizando água glicerinada a 2,0% como meio de montagem. O campo de observação foi dividido em três partes e cada parte analisada no microscópio estereoscópio (lupa elétrica) e microscópio óptico em aumentos de 10x e 40x, respectivamente. As amostras foram analisadas em triplicata com três repetições, conforme Figura 1.

Foram reprovadas as amostras de açúcar cristal não refinado que apresentavam qualquer tipo de sujidade, de acordo com a Equação 1.

Equação 1:

$$\text{NAR (\%)} = (\text{NAS} * 100) / \text{NTA}$$

Onde:

NAR: Número de amostra reprovadas em porcentagem

NAS: Número de amostra com sujidade

NTA: Número total de amostras analisadas

A reprovação segundo os tipos de sujidades encontradas nas amostras de açúcar cristal nas análises em microscópio estereoscópio (lupa) e microscópio óptico foram expressos em porcentagem utilizando o aplicativo MSOffice Excel (EXCEL, 2016).

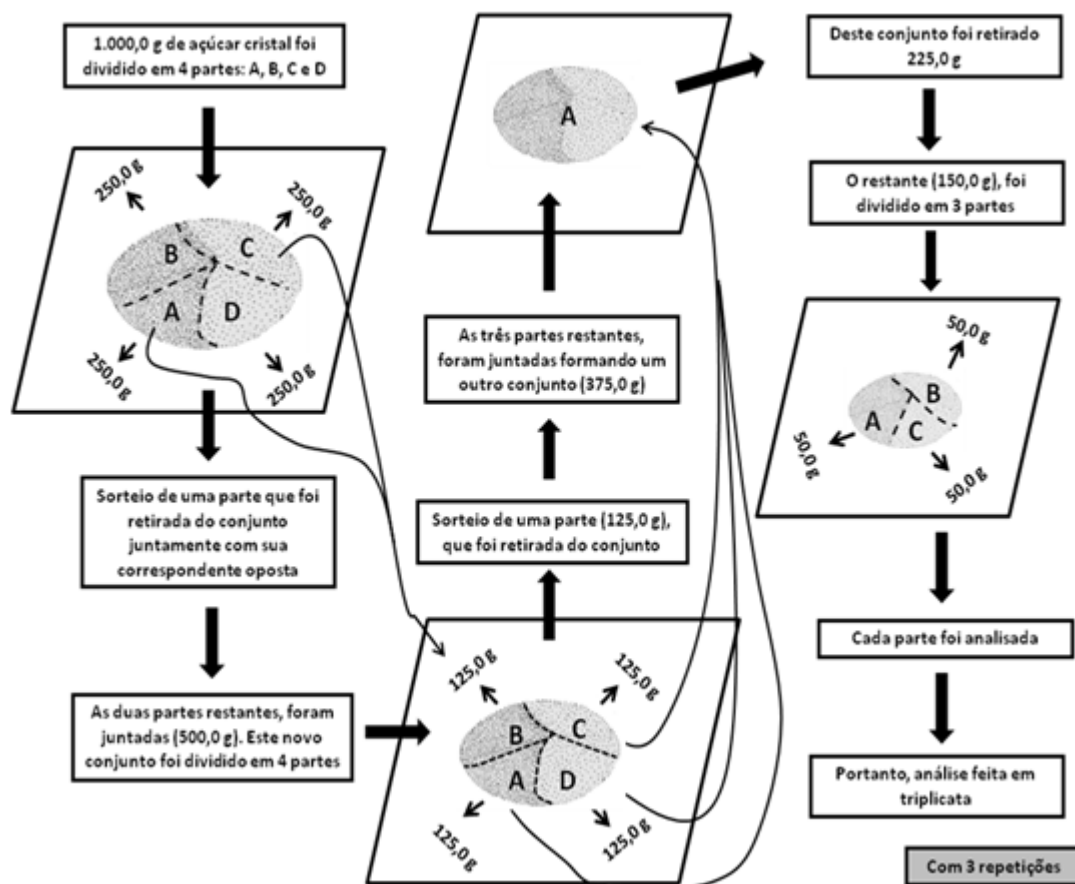


Figura 1. Protocolo experimental da análise de sujidade, segundo o método do quarteamento e técnica do cone (NEVES, 2008), de marcas de açúcar cristal, comercializadas no município de Uberlândia-MG, realizada no período de março a junho de 2018.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dezoito lotes compreendendo nove marcas de açúcar cristal, apresentadas em pacotes de 5,0 kg e comercializadas no município de Uberlândia-MG, foram coletadas no período de março a junho de 2018 e denominadas A, B, C, D, E, F, G, H e I.

A Figura 2 e as Tabelas 2, 3 e 4, apresentam os tipos de ocorrências de sujidades e matérias estranhas isoladas e identificadas nas amostras analisadas.

Nota: RNI = Resíduos Não Identificados

Tabela 4. Porcentagem de reprovação e tipos de sujidades encontradas nas amostras de açúcar cristal reprovadas nas análises em microscópio estereoscópio (lupa) e microscópio óptico. Uberlândia, 2018.

Ocorrência	Microscópio Estereoscópio (Lupa) (%)	Microscópio Óptico (%)
Gravetos secos	5,55	44,44
Pelos	-	11,11
Partes Insetos	22,22	61,11
Fios Algodão	27,77	50,00
Resíduos não identificados	83,33	83,33

A análise com microscopia óptica, que é significativamente mais detalhada, mostra os resultados que foram previsíveis com a microscopia estereoscópica, esta característica está de acordo com obtido por Sousa et al. (2009) que analisou sujidades em diferentes marcas de sal de cozinha.

Gravetos secos (Figura 2a) foram encontrados em apenas uma marca / lote (B/1) na avaliação com microscópio estereoscópio, enquanto que ao microscópio óptico, algumas amostras, entre estas, em três lotes de duas marcas (E e F).

Fragmentos de pelos foram detectados apenas em aumento de 40x, na microscopia óptica (B1 e C2), representando 11,11% das amostras reprovadas, Tabela 3 e 4. Pelos encontrados em alimentos são indicativos de possível manipulação inadequada por parte de funcionários quando o esforço envolve contato direto com a matéria-prima, ou até mesmo condições higiênicas do local/ambiente de processamento.

Fios de algodão foram encontrados em algumas amostras (Figura 2b), detectados na microscopia estereoscópica, reprovando 22,22% das amostras e confirmada em maior quantidade na microscopia óptica, com reprovação de 50,0% material analisado (Tabelas 2, 3 e 4).

Os resíduos não identificados (Figura 2c) podem ter várias etiologias que incluem características ferrosas, provenientes das partes metálicas dos equipamentos e tubulações utilizados no processo de fabricação de açúcar e que não foram removidas pelos diversos tratamentos físico-químicos e sistemas de separação magnética instalados nas unidades produtoras, sedimentos de areia e outros que estão relacionados ao risco à saúde humana (BRASIL, 2017), foram encontrados em 83,33% das amostras reprovadas.

De acordo com Sousa et al. (2009), falhas durante um controle integrado de pragas e roedores, assim como condições higiênicas inadequadas do estabelecimento industrial e durante o beneficiamento do açúcar, podem justificar a presença de asas e outras partes de inseto (Figuras 2d) encontradas em 22,22% das amostras reprovadas na microscopia estereoscópica e em 61,11% daquelas, na microscopia ótica.

Utilizando-se do microscópio estereoscópio, detectou-se a presença de gravetos secos em 5,55% das amostras; foram encontrados fragmentos de insetos em 22,22% delas; e verificou-se a presença de fios de algodão em 27,77% do total de amostras em desacordo. Foram ainda encontrados resíduos não identificados representando a porcentagem de 83,33%. Diante da legislação em vigor (BRASIL, 1993; BRASIL, 2017), 94,45% das amostras analisadas (17) foram consideradas fora dos padrões de identidade e qualidade do açúcar cristal Grupo I Branco. Quando analisadas pelo microscópio óptico, 44,44% continham gravetos secos, 11,11% pêlos e 61,11% fragmentos de insetos, portanto, 100,0% delas (18) estavam fora dos padrões exigidos pela legislação vigente.

De acordo com a Instrução Normativa nº 42, de 13 de novembro de 2017 (BRASIL, 2017) que aprova padrões de identidade e qualidade para o açúcar destinado ao consumo humano, o açúcar de cozinha deve estar isento de matéria terrosa, de parasitos e de detritos animais ou vegetais, sujidades, micro-organismos patogênicos e outras impurezas capazes de provocar alterações do alimento ou que indiquem emprego de uma tecnologia inadequada. Portanto, observa-se que todas as amostras analisadas estão impróprias para o consumo, visto que todas continham no mínimo dois tipos de sujidade, o que mostram possibilidades do emprego de várias etapas do processamento de forma não adequada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a indústria açucareira brasileira. Importantes são as informações pertinentes aos processos de produção de um açúcar de qualidade evitando qualquer tipo de risco químico, físico ou biológico.

A matéria prima alimentícia pode ser contaminada durante várias etapas de seu beneficiamento, ainda no campo ou durante o manuseio, processo tecnológico, armazenamento e distribuição inadequados.

É de extrema importância isolar matérias estranhas que podem ocasionalmente atingir os alimentos, como insetos e seus fragmentos, excrementos e pelos de roedores ou humanos, além de sujidades em geral, como grãos de areia e gravetos de vegetais, pois de alguma forma todos podem indicar o nível de contaminação e as condições de práticas de higiene utilizadas na produção dos produtos alimentícios.

As sujidades em alimentos caracterizadas por fragmentos de ossos e cartilagens; da incorporação de materiais estranhos ao alimento, tais como pedaços de madeira, metal, vidro ou plástico desprendido de equipamentos ou utensílios empregados na preparação dos alimentos; ou das embalagens em que foram acondicionados, do meio ambiente em que foram preparados e do próprio manipulador, são causadoras de perigos físicos.

O açúcar é um produto muito consumido pela população no preparo de alimentos, sendo necessária a realização de análises microscópicas para determinar a presença de sujidades e adulterações que possam comprometer a saúde do consumidor.

O material utilizado na recepção da cana (mesas laterais de alimentação da esteira), o picador e desintegrador, a moenda ou conjunto de facas rotativas ou um desfibrador, ou ambos trabalhando em conjunto, podem liberar limalhas de ferro, um dos componentes das sujidades microscópicas.

A extração do caldo por moagem, a separação é feita por pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana desfibrada, este procedimento pode também liberar limalhas de ferro encontradas no produto final.

Silicatos, sulfatos, sais de ácidos orgânicos, cal (Ca(OH)_2), fosfato de cálcio, proteínas desnaturadas (albumina), gorduras, ceras e gomas, sulfito de cálcio, Mg, K, Na, são exemplos de causas de formação de resíduos encontrados no açúcar cristal.

O açúcar cristal Grupo I Branco é desclassificado e considerado impróprio para o consumo humano, com a comercialização proibida que apresentar mau estado de conservação, incluindo aspecto generalizado de deterioração ou fermentação, alta umidade, presença de insetos ou detritos de animais e matéria terrosa acima do permitido em legislação específica; ou odor estranho, impróprio ao produto, que inviabilize a sua utilização para o uso proposto.

Gravetos secos, fragmentos de pelos, fios de algodão, a presença de asas e outras partes de inseto e resíduos não identificados podendo ter várias etiologias que incluem características ferrosas, provenientes das partes metálicas dos equipamentos e

tubulações utilizados no processo de fabricação de açúcar e que não foram removidas pelos diversos tratamentos físico-químicos e sistemas de separação magnética instalados nas unidades produtoras, sedimentos de areia e outros que estão relacionados ao risco à saúde humana

Todas as marcas de açúcar analisadas, comercializadas no município de Uberlândia-MG, apresentaram, em média, sujidades leves de vários tipos e estão em desacordo com os padrões preconizados pela legislação brasileira vigente.

MICROSCOPIC FILTH INTO SUGAR GROUP I - WHITE - CRYSTAL, MARKETED IN THE MUNICIPALITY OF UBERLÂNDIA - MG

ABSTRACT

The presence of filth in crystal sugar is an indication of inadequate sanitary conditions during processing, storage, transport or commercialization; which can reduce the lifespan of the food and cause food poisoning. The aim of the present study was to obtain data about the presence of light filth in crystal sugar samples from different commercial brand, in the municipality of Uberlândia (Minas Gerais state) as an indicative of their hygienic level and in order to verify the quality according to the present Brazilian legislation. The eighteen samples analyzed were unfit for consumption, for at least two types of light filth (dry twig, cotton thread, hair, insect fragment or unidentified residue). In conclusion, all the samples showed some filth and not being in agreement with legislation.

Keywords: Light filth. Microscopic analysis. Food safety.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. M. **Processo de fabricação do açúcar**. Editora Universitária UFPE – Recife, PE, 2011. 273 p.

ALCARDE, A. R. **Processamento da cana-de-açúcar**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. 2007, Brasília, DF. **Anais...**

ANDRADE, S. A. C.; CASTRO, S. B. Engenharia e tecnologia açucareira. Departamento de Engenharia Química CTG – UFPE. 2006, Pernambuco. **Anais...**

BARBIERI, M. K. **Microscopia em alimentos: identificação histológica, isolamento e detecção de material estranho em alimentos: manual técnico**. Campinas: ITAL, 1990.

BARBIERI, M. K, SERRANO, A. M. **Princípios gerais para isolamento e identificação de matérias estranhas em alimentos**. Coletânea ITAL, Campinas, v. 25, n. 2, p. 123-132, jul/dehamz. 1995.

BOLOGNA-CAMPBELL, I. Balanço de nitrogênio e enxofre no sistema solocana-de-açúcar no ciclo de cana-planta. 112 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BRASIL. Leis etc. Portaria nº 1428 de 26.11.1993. **Aprova na forma dos textos anexos, o Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos...** Diário Oficial da União. Brasília, 2 dez. 1993. Seção I, p. 18.415-9.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 42, de 13 de novembro de 2017. **Regulamento Técnico do Açúcar**. DOU de 17/11/2017 (nº 220, Seção 1, pág. 3).

CHEN, J. C. P.; CHOU, C. Cane Sugar Handbook. **A manual for cane sugar manufacturers and their chemists**. 12nd.ed. New York John Wiley & Sons, 1993.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2018) **Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana> > Acessado em: 13 de julho de 2018.

DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1977. 752 p. v. 2.

DOHERTY, W. O. S.; RACKEMANN, D. W. **Stability of sugarcane juice – a preliminary assessment of the colorimetric method used for phosphate analysis**. Zuckerindustrie, v. 133, n. 1, p. 24-30, 2008.

EXCEL. MSOffice Excel 12.0 (Office 2007). 2016.

GERMANO, M. I. S. **Treinamento de manipuladores de alimentos: fator de Segurança alimentar e promoção da saúde**, São Paulo: Livraria Varela, 2003.

GROFF, A. M. **Fatores de Produção Agropecuária: Apostila, transparências e notas de aulas**. Campo Mourão: PP, Departamento de Engenharia de Produção, FECILCAM, 2010.

HAMERSKI, F. **Estudo de variáveis no processo de carbonatação do caldo de cana-de-açúcar**. Curitiba, 2009. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

HONIG, P. Principles of sugar technology. New York: Elsevier Publishing Company, v. 1, 1953.

HUGOT, E. Manual da Engenharia Açucareira. São Paulo: Mestre Jou, v.1, 1977.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: IAL, 2008. 1018p.

LIMA, R. B. **Processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar aplicando elétrons acelerados**. São Paulo, 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado) – IPEN – Autarquia Associada à Universidade de São Paulo.

MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A.; TASSO JÚNIOR, L. C. **Tecnologia do açúcar. Produção e industrialização da cana-de-açúcar.** Jaboticabal-SP: Funep, 2001.

MARQUES, M. O.; MUTTON, M. A.; NOGUEIRA, T. A. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; BERNARDI, J. H. **Tecnologia na agroindústria canavieira.** Jaboticabal-SP: Gráfica Multipress Ltda., 2008.

MATSUOKA, S. **Relatório anual do programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar.** Araras, UFSCar, CCA, DBV, 2000.

MATTOS, A. R. **Açúcar e Álcool no Brasil.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942.

MOODLEY, M.; SCHORN, P. M.; WALTHER, D. C.; MASSINGA, P. **Optimising the carbonatation process.** International Sugar Journal, v. 105, n. 1249, p. 24-28, 2003.

NETO, J. D.; TEODORO, I.; FARIA, C. H. A. Sistema Produtivo da Cana-de-Açúcar. In: **Curso de Especialização em Gestão da Indústria Sucroalcooleira.** UFCG, 2010. Cap. 2, p. 10.

NEVES, O. **Pedologia e Geoquímica. Centro de Petrologia e Geoquímica (CEPGIST).** Departamento de Engenharia de Minas e Georrecursos. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. 2008. Disponível em <
<http://dspace.inst.utl.pt/bitstream/2295/53832/1/P1.doc> > Acesso em 10 de maio de 2017.

OLIVEIRA, D. T.; ESQUIAVETO, M. M. M.; SILVA-JUNIOR, J. F. Impacto dos itens da especificação do açúcar na indústria alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 27, p. 99-102, 2007.

PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização.** Fundação Cargil, Campinas – SP, v. 1, 1987, 431p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V. I.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Embrapa Agroenergia; Embrapa Informática Agropecuária. 2006, 216 p.

ROCHA, T. E. **Carbonatação de açúcar bruto brasileiro, em escala de laboratório, utilizando cal virgem cálcica**. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

RODRIGUES, L. D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação**. 64 p. Especialização (Lato sensu em Curso de Especialização em Análise Ambiental – Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora) Juiz de Fora, 2010.

SEBRAE. **Ouro, café, açúcar, sal: Projeto Inventário de Bens Culturais Imóveis**. Rio de Janeiro. Fevereiro de 2004. Disponível em:

<

http://www.sebraerj.com.br/custom/pdf/cam/acucar/00_CaminhoDoAcucar_FULL.pdf

> Acessado em: 13 de Agosto de 2018.

SOUSA, A. L.; MAGALHÃES, S. R. C.; BRAGA, L. O.; DIAS, L. P.; SILVA, M. J. M. Identificação macroscópica e microscópica de sujidades em diferentes marcas de sais de cozinha. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA. 2009, Belém-PA. **Anais...**

SCHWARTZ, S. B. **Segredos internos: engenhos e escravos na sociedade colonial**. Trad. L. T. Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1988. 470 p.

TEJERA, N. A.; RODÉS, R.; ORTEGA, E.; CAMPOS, R.; LLUCH, C. Comparative analysis of physiological characteristics and yield components in sugarcane cultivars. **Field Crops Research**, Amsterdam. v. 102, n. 1, p. 64–72, 2007.

TFOUNI, S. A. V. **Estudo do efeito do processamento na contaminação de cana-de-açúcar e derivados por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos**. 113 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. 2008. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica/?Secao=UNICA%20em%20açã&SubSecao=cana-de-açúcar>>. Acessado em: 07 de julho de 2018.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar. 2015. **Queda na produção e aumento do consumo de açúcar causam déficit de 3,3 milhões de toneladas na safra 2015/16** Disponível em: < <http://www.unica.com.br/noticia/2275774292031101093/queda-na-producao-e-aumento-do-consumo-de-acucar-causam-deficit-de-3-por-cento2C3-milhoes-de-toneladas-na-safra-2015-por-cento2F16/>>. Acessado em: 13 de Agosto de 2018.

VASCONCELOS, J. N. **Derivados da cana-de-açúcar**. STAB: açúcar, álcool e subprodutos, v. 20, n. 3, p. 16-18, 2002.

VIEIRA, I. P. Carbonatação de açúcares brutos brasileiros em escala de laboratório: fatores que influenciam e verificação da eficiência. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.