

LORENA DE ALMEIDA

**OS DIFERENTES TRATAMENTOS PARA OBTENÇÃO DO AÇÚCAR
E A INFLUÊNCIA DO CONSUMO DO AÇÚCAR NA SAÚDE HUMANA.**

Assis
2011

LORENA DE ALMEIDA

OS DIFERENTES TRATAMENTOS PARA OBTENÇÃO DO AÇÚCAR E A INFLUÊNCIA DO CONSUMO DO AÇÚCAR NA SAÚDE HUMANA.

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação de Química Industrial.

Orientadora: Marta Elenita Donadel

Área de Concentração: Química de Alimentos

Assis
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

ALMEIDA, Lorena de.

Os diferentes tratamentos para a obtenção do açúcar branco e a influência do consumo do açúcar na saúde humana / Lorena de Almeida. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA - Assis, 2011.

50p.

Orientador: Marta Elenita Donadel.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Açúcar. 2.Clarificação.

CDD:660
Biblioteca da FEMA

OS DIFERENTES TRATAMENTOS PARA OBTENÇÃO DO AÇÚCAR E A INFLUÊNCIA DO CONSUMO DO AÇÚCAR NA SAÚDE HUMANA

LORENA DE ALMEIDA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis, como
requisito do Curso de Graduação,
analisado pela seguinte comissão
examinadora:

Orientadora: Marta Elenita Donadel

Analisadora: Elaine Amorim Soares Menegon

Assis
2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus,
a minha família e amigos que
me ajudaram e me apoiaram
na realização desse trabalho.

RESUMO

Neste trabalho fez-se uma revisão bibliográfica envolvendo a identificação dos diferentes processos utilizados para a clarificação do caldo de cana para se obter o açúcar branco bem como as influências para o processo e para saúde humana. Para se obter açúcar branco, é preciso fazer um tratamento para eliminar parte das impurezas presentes. O principal clarificante utilizado nas usinas é o enxofre juntamente com o leite de cal, porém o resíduo de sulfito no açúcar final não pode ultrapassar 20 mg/Kg, pois pode causar algumas doenças. O ozônio é utilizado como alternativa no tratamento do caldo de cana substituindo o enxofre, obtendo-se um caldo de baixa cor. E para que a empresa passe a utilizar o ozônio é necessário um grande investimento. Esse investimento garante a empresa um produto mais saudável, reduz a emissão de poluentes e agrega valor ao produto final, pois é possível adicionar vitaminas ao açúcar. A bicarbonatação é outro método alternativo para a clarificação que proporciona um açúcar de melhor qualidade, condições operacionais, controle químico do processo e menor poluição ambiental. Com esse processo a fábrica também precisa adaptar-se, mas assim como na ozonização os investimentos são compensados. O resíduo de sulfitos gerados pela clarificação com enxofre e o alto consumo de açúcar, estão sendo relacionados a muitas doenças. Por isso sugerimos produtos mais saudáveis para adoçar os alimentos.

Palavras-chave: 1 – Açúcar, 2 – Clarificação

ABSTRACT

This work became a literature review involving the identification of the different processes used for the clarification of sugarcane juice to get the white sugar as well as the influences on the process and to human health. To obtain white sugar, you must be a part of treatment to remove impurities. The primary clarifier is used in the sulfur plant with milk of lime, but the sugar residue of sulfite in the end may not exceed 20 mg / kg, it can cause some diseases. Ozone is used as an alternative in the treatment of sugarcane juice replacing the sulfur, resulting in a broth of low color. And for the corporation to use the ozone is a major investment required. This investment guarantees the company a healthier product, reduces emissions and adds value to the end, it is possible to add vitamins to sugar. The bicarbonatação is another alternative method for clarifying sugar that provides a better quality, operating conditions, chemical control of the process and less environmental pollution. With this process the plant also need to adapt, but as the ozonation investments are compensated. The residual sulfide generated by clarification with sulfur and high consumption of sugar, are related to many diseases. Therefore we suggest healthier products to sweeten foods.

Keywords: 1 – Sugar; 2 - Clarification

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Maior produtor e maior exportador do mundo, e também entre os maiores consumidores (em milhões de toneladas para o biênio 2009/2010).....	16
Figura 2	Fluxograma do tratamento do caldo de cana de açúcar.....	22
Figura 3	Inversão da sacarose em glicose e frutose.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição da cana de açúcar.....	18
Tabela 2	Classificação das partículas dispersas no caldo de cana.....	19
Tabela 3	Composição mineral no caldo de cana de açúcar.....	20
Tabela 4	Resultados analíticos para amostras de caldo misto, sulfitado e bicarbonatado.....	30
Tabela 5	Resultados dos testes de açúcares.....	44

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	HISTÓRICO.....	14
3.	CALDO DA CANA DE AÇÚCAR.....	17
3.1	SUBSTÂNCIAS COLORIDAS NA CANA DE AÇÚCAR.....	20
4.	CLARIFICAÇÃO.....	21
4.1	SULFITAÇÃO.....	22
4.1.1	Caleação.....	24
4.1.2	Formas de sulfitação.....	26
4.1.2.1	Coluna de sulfitação.....	26
4.1.2.2	Multijato de sulfitação.....	26
4.1.2.3	Sulfitação AIR-JET.....	27
4.2	OZÔNIZAÇÃO.....	27
4.3	BICARBONATAÇÃO.....	29
5.	EFEITOS CAUSADOS PELO AÇÚCAR BRANCO.....	32
6.	SUBSTITUTOS DO AÇÚCAR BRANCO.....	36
6.1	ALTERNATIVAS DE ADOÇANTE.....	36
6.1.1	Caldo de cana.....	36
6.1.2	Açúcar mascavo escuro e claro.....	36
6.1.3	Acúcar demerara.....	37
6.1.4	Frutose em pó ou levulose.....	37
6.1.5	Xarope de glicose ou glicose líquida.....	37
6.1.6	Mel de abelha.....	38
7.	CARBOIDRATOS NO ENSINO MÉDIO.....	39
7.1	AULA TEÓRICA.....	39
7.1.1	Monossacarídeos.....	39
7.1.2	Oligossacarídeos.....	40
7.1.3	Polissacarídeos.....	40

7.1.3.1	Homopolissacarídeos.....	40
7.1.3.2	Heteropolissacarídeos.....	41
7.2	AULA EXPERIMENTAL: IDENTIFICAÇÃO DOS AÇÚCARES...	41
7.2.1	Objetivo.....	41
7.2.2	Reagentes.....	41
7.2.2.1	Preparo do reagente de Molisch.....	41
7.2.2.2	Preparo do reagente de Benedict.....	42
7.2.3	Materiais.....	42
7.2.4	Amostras.....	42
7.2.5	Procedimento Experimental.....	43
7.2.5.1	Teste de Molisch.....	43
7.2.5.2	Teste de Benedict.....	43
7.2.5.3	Teste do Iodo.....	44
8.	CONCLUSÃO.....	45
9.	REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

Sua possível origem é na Nova Guiné e foi trazida a América por Cristóvão Colombo. A cana de açúcar foi trazida ao Brasil na época do descobrimento em 1532, por Martin Afonso de Souza. Inicialmente considerada como planta ornamental e posteriormente devido a sua doçura, foi utilizada como garapa, açúcar e aguardente. Espalharam-se devido ao solo fértil e ao clima favorável, quente e úmido, e com a mão escrava trazida pelos portugueses na época do descobrimento, enriqueceu Portugal e o açúcar brasileiro se espalhou pela Europa (SEAG, 2010).

Atualmente a cana de açúcar é cultivada em todos os estados brasileiros, mas é no estado de São Paulo que se concentra o maior produtor de açúcar do Brasil. A importância econômica do açúcar é grande, sendo que o Brasil é o maior exportador de açúcar do mundo (ALVES, BACCHI, 2004).

No processo da fabricação do açúcar a cana passa por diferentes etapas, iniciando pelo plantio, corte, moagem e processo de clarificação. Na clarificação pode-se utilizar vários métodos diferentes como: sulfitação onde é usado ácido fosfórico, enxofre e leite de cal; ozonização onde é usado o ozônio; e a carbonatação onde é usado o carbonato de cálcio, filtragem, evaporadores, cozimento, secadores (COPERSUCAR, 2010).

O açúcar é considerado um produto antibiológico ou “antivida” e está ligado diretamente à causa ou colaboração para o surgimento de muitas doenças como: a arteriosclerose, o câncer, a leucemias, o diabetes, a hipoglicemia, as varizes, as enxaquecas, as distonias neurovegetativas, insônia, asma, bronquite, distúrbios menstruais, infecções, pressão alta, prisão de ventre, diarreias crônicas, perturbações e doenças visuais, problemas de pele, distúrbios glandulares, anomalias digestivas variadas, cáries dentárias, problemas de crescimento, osteoporose, ossos fracos, doenças do colágeno, doenças de autoagressão, entre outras. Com tantas doenças relacionadas ao açúcar devemos reaprender a sentir o

sabor natural dos alimentos, e eventualmente usar métodos mais saudáveis para adoçar os alimentos (BONTEMPO, 1985).

Temos varias alternativas para substituir o açúcar branco, como por exemplo, o doce natural das frutas; o caldo da cana de açúcar; melado de cana; rapadura de cana; frutose ou levulose; glicose de milho; o xarope de glicose; mel de abelha; açúcar mascavo escuro; açúcar mascavo claro (PIMENTEL, 2009).

Este trabalho tem como objetivo a identificação dos diferentes processos utilizados para a clarificação do caldo de cana para se obter o açúcar branco e, quais as influências para o processo e para saúde humana.

2. HISTÓRICO

A idade da cana de açúcar no mundo é incerta – entre 12.000 anos e 6.000 anos. O lugar onde a planta germinou pela primeira vez também é uma incógnita, devido à quantidade de gramíneas híbridas existentes e à falta de documentação que certifique sua origem. Uma linha de pesquisadores admite que a cana de açúcar tenha surgido primeiramente na Polinésia; alguns arriscam a Papua Nova Guiné como berço da gramínea. Os estudiosos que admitem o surgimento da cana há 6 mil anos e indicam a Indonésia, Filipinas e o norte da África como expansão natural nos dois mil anos após o primeiro registro da planta. A maioria dos historiadores, porém, aceita a tese de surgimento da cana entre 10 e 12 mil anos, e data em 3.000 a.C. o caminho percorrido pela cana da Península Malaia e Indochina à Baía de Bengala (ÚNICA, 2010).

Mas há um fato com o qual todos os historiadores concordam: a origem asiática da cana. Ela foi introduzida na China por volta de 800 a.C. e o açúcar cru já era produzido em 400 a.C. Porém, só a partir de 700 d.C. começou a ser comercializado. Há relatos de sua expansão ocidental, atingindo Índia e Pérsia, que datam de 510 a.C., da expedição militar persa do imperador Dario à Índia. A cana e o seu doce caldo, porém, foram mantidos em segredo, já que o produto da planta era raro e luxuoso, principalmente para os povos distantes do comércio entre os asiáticos. Em 327 a.C., Alexandre “O Grande” comprovou o consumo da cana na Índia. Seu almirante Nearchos disse que havia encontrado “uma cana que fazia o mel sem abelhas”, e os escribas observaram os hindus enquanto mastigavam a gramínea. Theophrastus, em 287 a.C., descreveu a maravilha como “o mel que está em um bastão” (ÚNICA, 2010).

A cana de açúcar se propagou pelo norte da África e pelo sul da Europa graças aos Árabes na época das invasões. Também nesse período, os Chineses levaram pra Java e Filipinas. A partir do século VIII as conquistas Árabes espalharam o cultivo da cana de açúcar pelas margens do rio Mediterrâneo. Por ela ser uma planta típica de regiões tropicais e subtropicais, não houve um grande sucesso do cultivo na Europa,

mas mesmo assim até o século XIV, continuou a ser exportada para o Oriente (SILVA, 2008).

A guerra entre Veneza e Turcos levou a uma procura de novos produtores para o abastecimento do comércio de cana de açúcar. Assim surgiram culturas implantadas por portugueses na Ilha Madeira, e pelos espanhóis nas Ilhas Canárias. Em 1493, na sua segunda viagem, Cristóvão Colombo, levou as primeiras mudas para São Domingo, onde as plantações se espalharam por Cuba e as Ilhas do Caribe. Mais tarde outros navegantes levaram a cana para as Américas Central e do Sul (SILVA, 2008).

A cana de açúcar foi trazida ao Brasil na época do descobrimento em 1532, por Martin Afonso de Souza. Inicialmente considerada como planta ornamental e posteriormente devido a sua doçura, foi utilizada como garapa, açúcar e aguardente. Aqui a cana de açúcar se espalhou devido ao solo fértil e ao clima favorável, quente e úmido, e com a mão escrava trazida pelos portugueses na época do descobrimento, enriqueceu Portugal e o açúcar brasileiro se espalhou pela Europa (SEAG, 2010).

Em concorrência ao açúcar da cana foi desenvolvido pelo químico prussiano Andrés Marggraf em 1747, o açúcar extraído da beterraba, sendo sua produção iniciada na Europa depois do bloqueio continental em 1806. Assim a Europa não dependia do açúcar produzido da cana de outros continentes. Com a revolução industrial a Europa se tornou um grande produtor do açúcar de beterraba, e até hoje ainda é o maior produtor e consumidor desse açúcar (MACHADO, 2011).

No fim do século XVI, os estados de Pernambuco e Bahia já contavam com centenas de engenhos e até 1650, o Brasil liderou a produção mundial de açúcar. Após 1615 o estado de São Paulo iniciou o cultivo, e no século XVII, a região de Itu tornou-se destaque de produção no estado. A América é atualmente o maior produtor de açúcar mundial, destacando-se os países: Brasil, Cuba, México e Estados Unidos. Depois seguem os países como Índia, China e Filipinas (SILVA, 2008, p. 13-14).

Atualmente a cana de açúcar é cultivada em todos os estados brasileiros, mas é no estado de São Paulo que se concentra o maior produtor de açúcar do Brasil. A

importância econômica do açúcar é grande, sendo que o Brasil é o maior exportador de açúcar do mundo, como mostra a figura 1 (ALVES; BACCHI, 2004).



Figura 1: Maior produtor e maior exportador do mundo, e também entre os maiores consumidores (em milhões de toneladas para o biênio 2009/2010) (In: PETRY, 2009)

No ano de 2009 o estado de São Paulo produziu 19,7 milhões de toneladas de açúcar, representando 63% do total produzido no Brasil. Entre os anos de 2001 e 2009 a produção de açúcar do estado de São Paulo dobrou (INVESTE, 2011). Na safra 2011/2012 estão sendo destinadas 288,2 milhões toneladas de cana para a produção de 37 milhões de toneladas de açúcar, com uma queda de 2,8% em relação a safra 2010/2011, na qual foram produzidos 38,1 milhões de toneladas. A área destinada à cultura de cana de açúcar no Brasil é de 8,4 milhões de hectares sendo que no estado de São Paulo a área chega a 4,4 milhões de hectares ou 52,6% do total nacional (ESTEVAM, 2011).

3. CALDO DA CANA DE AÇÚCAR

O açúcar é um alimento essencial para a vida do homem. Ele é extraído técnica e economicamente da cana e da beterraba, estando também presente em frutas, mel de abelhas, flores, palmáceas, etc. (RODRIGUES, 2008, P. 17).

A cana de açúcar é pertencente ao gênero *Saccharum L.*, sub tribo *Saccharae*, tribo *Andropogone*, família *Gramínea*, ordem *Glumiflorae*, classe *Monocotyledoneae*, sub divisão *Angiospermae* e divisão *Embryophyta siphonogama* (ALMEIDA, ROCHELLE, CROCOMO, 1995).

A composição química do caldo pode modificar-se de acordo com vários fatores, como: variedade da cana, tempo de maturação, clima, tipo do solo, adubação, tipo de colheita, tempo entre o corte e o processamento. Na tabela 1 é mostrado a composição química da cana de açúcar (FARIA, 2004, p.2).

Principais constituintes da cana-de-açúcar	
Constituintes	Sólidos solúveis (%)
Açúcares	75 a 93
Sacarose	70 a 91
Glicose	2 a 4
Frutose	2 a 4
Sais	3,0 a 5,0
De ácidos inorgânicos	1,5 a 4,5
De ácidos orgânicos	1,0 a 3,0
Proteínas	0,5 a 0,6
Amido	0,001 a 0,05
Gomas	0,3 a 0,6
Ceras e graxas	0,05 a 0,15
Corantes	3 a 5

Tabela 1: Composição da cana de açúcar. (In: COPERSUCAR, 2010).

O caldo da cana é composto de 82 calorias, 0,30 g de proteínas; 13 mg de cálcio; 12 mg de fósforo; 0,70 mg de ferro; 0,02 mg de vitamina B1; 0,01 mg de vitamina B2 e 2 mg de vitamina C (FCR, 2010).

Depois do caldo passar por todos os processos físico-químicos necessários para a obtenção do açúcar branco conhecido como açúcar cristal e açúcar refinado ele passa a ser composto basicamente por sacarose, tendo 385 calorias e 0,10 mg de ferro (FCR, 2010).

O caldo é uma suspensão coloidal, uma solução de partículas suspensas que apresentam diferentes tamanhos, desde íons até grandes partículas, de 1μ a $0,001\mu$, formando uma solução heterogênea. A Tabela 2 mostra a classificação das partículas dispersas no caldo de cana (FARIA, 2004, p.2).

Dispersão	Diâmetro D(μ)	Peso (%)	Espécies
Grosseiras	$D > 1$	2 – 5	Bagacilho, areia, terra e gravetos cinza.
Coloidal	$0,001 < D < 1$	0,05 - 0,3	Cera, gordura, proteína, gomas, corantes, dextranas e amido.
Moleculares e Iônicas	$D < 0,001$	8 - 21	Açúcares: sacarose, glicose, frutose e manose. Saís Minerais: sulfatos, cloretos, silicatos, fosfatos de K, Ca, Mg e Na. Ácidos Orgânicos: aconítico, oxálico e málico.

Tabela 2: Classificação das partículas dispersas no caldo de cana (In: FARIA, 2004, p.3).

Os coloides são classificados por: Liofóbicos (hidrofóbicos) e os Liofílicos (hidrofílicos).

- a. Liofóbicos: são as partículas que tem pouca afinidade com o meio e estão à maioria dos compostos inorgânicos como metais e certos hidróxidos, e podem ser observadas em ultramicroscópio.
- b. Liofílicos: são macromoléculas de polímeros orgânicos, como proteínas e sabões, e que tem uma alta afinidade com o meio.

Para se obter um açúcar branco é preciso ter um caldo limpo e claro, livre dos coloides prejudiciais, pois são esses coloides que fazem com que o caldo fique viscoso e de má qualidade para a cristalização. Os compostos inorgânicos contidos no caldo, mostrados na Tabela 3, também ajudam na clarificação, como o cálcio que reage com o ácido sulfuroso adicionado no caldo formando sulfato de cálcio, e o fósforo que reage com o óxido de cálcio proveniente da caleação formando fosfato de cálcio (FARIA, 2004, p.3-4):

Composto Inorgânico	Proporção (ppm)
Cálcio	80 - 300
Magnésio	100 - 300
Potássio	800 - 500
Sódio	300 - 600
Fósforo	70 - 400
Ferro	20 - 100

**Tabela 3: Composição mineral no caldo de cana de açúcar
(In: FARIA, 2004, p.4)**

3.1 SUBSTÂNCIAS COLORIDAS NA CANA DE AÇÚCAR

No caldo da cana temos algumas substâncias coloridas e não coloridas, que podem reagir e produzir cor, que se não eliminadas podem agregar cor no produto final. As coloridas são: clorofila (pigmento fotossintético verde), carotenóides (amarelo), xantofilas (amarelo), flavonóides que são flavonas, flavonóis, chalconas, catequina e antocianinas (pigmentos vermelhos, azuis e roxos). Há ainda alguns corantes que em condições normais são incolores, mas podem reagir com algumas substâncias e formar outras coloridas, conhecidos como precursores cor, como polifenóis (reagem com o oxigênio e íons de ferro), aminoácidos (reação de Maillard) e compostos ferrosos (reagem com compostos orgânicos). E também temos os que em diferentes condições, como o de temperatura, pH e enzimática, levam a compostos coloridos. São as melaninas (escurecimento enzimático), melanoidinas (reação de Maillard), caramelos (produzidos por alta temperatura) e produtos de degradação alcalina dos açúcares redutores (HAMERSKI, 2009).

4. CLARIFICAÇÃO

O tratamento do caldo é usado para eliminar parte das impurezas como: terras, bagacilhos e materiais corantes que interferem na qualidade final do açúcar, como por exemplo: cor e resíduos insolúveis. Para que o açúcar tenha uma baixa cor no final do processo, o caldo extraído na moenda precisa passar por um bom tratamento, com uma boa clarificação. Para que isso ocorra temos que ter a adição agente coagulante e floculante. A coagulação é a união das partículas e floculação é a produção de flocos e aglomeração deste (SILVA *et al.* 2008, p.6-7).

O principal clarificante utilizado nas usinas é o enxofre juntamente com o leite de cal. O enxofre e o leite de cal reagem com o caldo coagulando as impurezas; o enxofre faz a desinfecção do caldo; e o cal a regulagem do pH. E como principais auxiliares nos processos de decantação e floculação são utilizados: ácido fosfórico, polímero de alto peso molecular, e o processo de aquecimento do caldo. O ácido fosfórico é utilizado para que a deficiência de fosfato natural seja repostada e possa na continuidade do processo garantir uma boa formação de fosfato de cálcio. O polímero de alto peso molecular utilizado é de polaridade negativa, isto é, aniônico, pois os sais formados nas reações químicas são de polaridade positiva, assim promove o agrupamento dos flocos já formados, tornando-os maiores e mais pesados para acelerar a velocidade de precipitação dos flocos. O aquecimento do caldo que proporciona a redução da viscosidade e densidade do caldo, acelera a velocidade das reações químicas e também ajuda na esterilização. Os sais formados são insolúveis a altas temperaturas, possibilitando a sua decantação (PAYNE, 1989, p.85-95).

Sendo assim para o caldo ser bem clarificado, depende basicamente qualidade do caldo, qualidade e quantidade do clarificante, pH, temperatura e uma boa decantação (MARAFANTE, 1993, p.43).

Para ocorrer uma boa decantação, é preciso que antes de ir para o decantador, o caldo já tratado passe pelo balão de flash, que tem a função de eliminar as bolhas

de ar do caldo, pois com bolhas de ar as impurezas não decantam e sim flota. A adição de polímero é feita depois do flasheamento. No decantador é feita a separação física do caldo clarificado e das impurezas. O caldo clarificado sai pela parte superior isento da maioria das impurezas e pelo fundo com a precipitação dos flocos formados, sai às impurezas na forma de lodo (SILVA *et al.*, 2008, p.7).

A Figura 2 mostra o fluxograma do tratamento feito para que ocorra a clarificação do caldo (PAULINO, 2009).

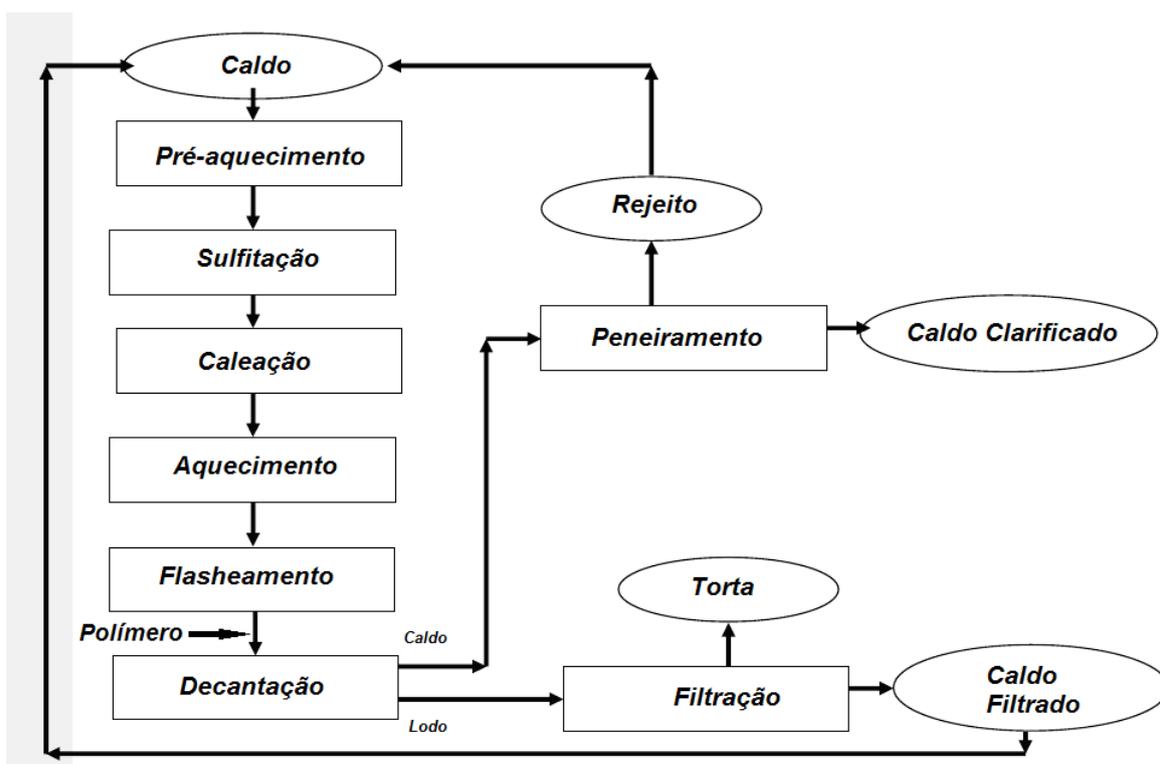


Figura 2: Fluxograma do tratamento do caldo de cana de açúcar (In: PAULINO, 2009).

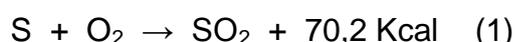
4.1 SULFITAÇÃO

A sulfitação é basicamente a formação de sulfato de cálcio, que é um sal pouco solúvel, que será removido na decantação (MARAFANTE, 1993, p.61).

As utilidades do uso do enxofre são:

1. Purificante: a reação com o caldo leva a transformação de pequenas em grandes partículas, as maiores e mais pesadas se sedimentaram e as menores com auxílio de outros clarificantes também.
2. Descorante: o SO₂ formado tem propriedade redutora, onde reduz as substâncias coloridas. Mas essa descoloração é temporária, pois se exposto ao ar, ocorre gradualmente à oxidação retornando a cor.
3. Fluidificante: o ácido sulfuroso reduz a viscosidade do caldo pela precipitação dos coloides, assim melhor a decantação e qualidade do caldo para a evaporação e cozimento.
4. Preservativa: por ser um antisséptico poderoso, evita a proliferação de microrganismos prejudiciais, preservando o caldo.
5. Precipitativa: em combinação com o leite de cal há a formação de um sal pouco solúvel em meio neutro e alcalino, o sulfito de cálcio (MARAFANTE, 1993, p.61).

Para ocorrer a sulfitação, é preciso obter o dióxido de enxofre ou anidro sulfuroso gasoso, um gás incolor e de odor sufocante, através da queima do enxofre em fornos com aproximadamente 250°C, conforme equação (1). Este gás é altamente solúvel em água (FARIA, 2004, p.8)

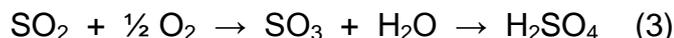


Quando o gás é borbulhado no caldo, ocorre uma reação com a água, resultando em ácido sulfuroso, onde temos na solução H₂SO₃ molecular não dissociado e íons dissociados de HSO₃⁻, conforme equação (2) (MARAFANTE, 1993, p.62):



Quando há excesso de O₂ na combustão do enxofre contribui na formação de SO₃, que dissolvido no caldo reage com água e há a formação de H₂SO₄, onde essa

solução ácida resultará em corrosão nas tubulações e inversão na sacarose, conforme equação (3):



A quantidade de enxofre a ser queimada varia de 2000 a 3000 g/tonelada de açúcar, isso dependendo da qualidade da matéria prima e da qualidade do açúcar que se pretende produzir. Para controlar esse consumo, temos alguns parâmetros a seguir, como: pH do caldo sulfitado, faixa de 3,5 a 4,2 e teor de sulfito no caldo, faixa de 400 a 600 ppm, podendo se elevar a 800 ppm em caldos de má qualidade (FANTE, 2009, p.5).

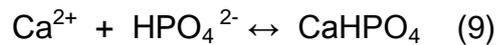
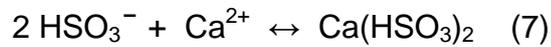
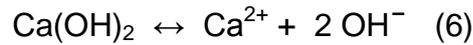
O excesso de sulfito no caldo poderá não ser removido, assim levará a uma concentração excessiva de sulfito no açúcar final, onde não pode ultrapassar 20 mg/Kg, pois pode causar algumas doenças (FARIA, 2004, p.9).

4.1.1 Caleação

O processo de sulfitação tem como consequência a baixa do pH do caldo, assim é feito um processo complementar para a neutralização do pH, ou seja, a elevação do pH do caldo a aproximadamente 7. Para isso é utilizado o leite de cal, a cal virgem (CaO) é hidratada a uma concentração entre 4 a 8°Bé (Baumé), conforme equação (4) (FARIA, 2004, p.19):



O caldo sulfitado reage com o leite de cal de acordo com as equações (5), (6), (7), (8) e (9) (FANTE, 2009, p.7):



A caleação do caldo deve ser depois da sulfitação para se evitar a inversão de sacarose. A inversão não é interessante para o processo, pois é a transformação da sacarose por hidrólise em pH baixo e alta temperatura, em glicose e frutose, (açúcares invertidos ou redutores), como podemos ver na Figura 3 (FARIA, 2004, p. 21)

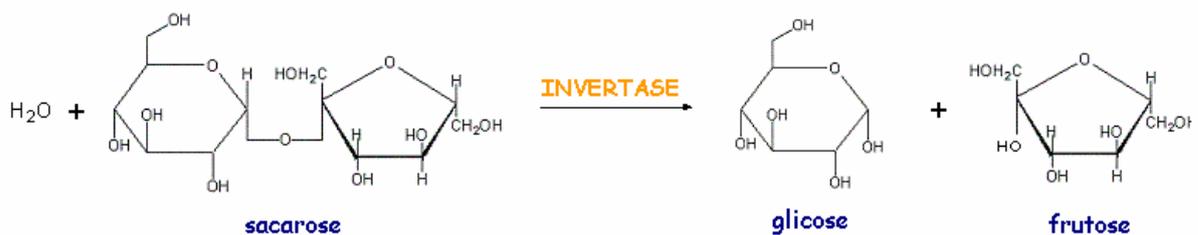


Figura 3: Inversão da sacarose em glicose e frutose (In: NOVAKI, 2009, p.14).

Os açúcares redutores (AR) são monossacarídeos, como a glicose e frutose, que possuem grupo hidroxila (-OH) livre no carbono 1 (SOUZA, NEVES, 2011) e podem oxidar na presença de agentes oxidantes, como os íons férricos (Fe^{3+}) e cúprico (Cu^{2+}), em soluções alcalinas (SILVA et al., 2003). A presença desses açúcares

significa que estes açúcares não vão cristalizar, não vão formar cristais de açúcar, podendo se decompor em produtos coloridos que vão afetar na cor final (FARIA, 2004, p.21).

4.1.2 Formas de sulfitação

Existem vários equipamentos para fazer a mistura do gás SO_2 formado com o caldo da cana, os mais comuns são: coluna de contato, multijato e AIR-JET. Através da eficiência do equipamento é que temos uma boa mistura do SO_2 com o caldo formando o ácido sulfuroso (FARIA, 2004, p.11).

4.1.2.1 Coluna de sulfitação:

No sistema de coluna de sulfitação, o caldo é bombeado pela parte superior da coluna, fluindo contra o gás sulfuroso que é injetado pela parte inferior da coluna. A coluna é composta de pratos perfurados, onde o gás é borbulhado no caldo, fluindo de prato em prato. Apesar de muito usado, ele não é muito eficiente, pois não há a agitação necessária para o gás se misturar ao caldo. Para que ocorra a mistura adequada, é necessária uma coluna grande, com o número adequado de pratos e com alto tempo de retenção, assim há um elevado custo de manutenção e instalação. Além disso, no fundo da coluna há uma alta concentração de ácido sulfuroso, favorecendo a inversão de sacarose e a corrosão da coluna (FARIA, 2004, p.11-12).

A outra desvantagem na coluna é a perda do SO_2 por arraste e, conseqüentemente, há o consumo excessivo de SO_2 (MARAFANTE, 1993, p.65).

4.1.2.2 Multijato de sulfitação:

Os multijatos são equipamentos a vácuo, no qual utilizam o próprio caldo de cana para gerar o vácuo e succionar o gás sulfuroso que se mistura ao meio. Este aparelho é menor que a coluna de sulfitação, mais também não é eficiente na mistura entre o gás e caldo. No interior da coluna do multijato, o caldo escoo paralelamente ao gás sulfuroso, constituindo em um fluxo bifásico onde as duas fases não interagem entre si, e a mistura só ocorre efetivamente no tanque que recebe o caldo sulfitado. Nesse sistema há uma grande perda de SO_2 para a atmosfera, resulta em uma maior evidência de inversão de sacarose e corrosão (FARIA, 2004, p.13-14).

4.1.2.3 Sulfitação AIR-JET

O sistema AIR-JET consiste em ejetores de misturas líquido-gás, que proporcionam a sucção do ar necessário para a queima total do enxofre nos fornos, além de garantir uma ótima mistura e controle do gás sulfuroso. O caldo passa em alta velocidade através de bicos ejetores, o caldo bombeado e o gás aspirado passam por uma zona de mistura, onde existem turbulência e cisalhamento ideais para todo o gás se disperse de forma rápida e se misture de forma homogênea. Esse é o melhor e eficiente sistema de sulfitação, pois não problemas com inversão de sacarose, corrosão de equipamentos e de perdas de SO_2 para a atmosfera (FARIA, 2004, p.15).

4.2 OZONIZAÇÃO

O ozônio (O_3) é uma forma alotrópica de oxigênio (O_2). É produzido naturalmente na estratosfera pela ação dos raios ultravioletas sobre as moléculas de oxigênio. É altamente instável e devido a sua instabilidade tem alto poder de desinfecção e oxidação, é altamente solúvel em água, mas a sua solubilidade pode ser afetada pela temperatura, pressão e a presença de contaminantes (SILVA *et. al.*, 2008). É um gás à temperatura ambiente, de coloração azul-pálida, devido á intensa

absorção de luz vermelha, atingindo coloração azul-escuro quando transita para o estado líquido, situação em que adquire propriedades explosivas (SILVA *et. al.*, 2002).

É utilizado como alternativa no tratamento do caldo de cana substituindo o enxofre. Os estudos mostram bons resultados, obtendo-se um caldo de baixa cor. Para a sua utilização é necessário um aparelho de eletrossíntese em combinação com um catalisador eletrolítico, para a formação do radical hidroxila (SILVA *et. al.*, 2008).

Esse gás tem um poder de clareamento, em relação com o potencial de oxidação, de três vezes mais que o cloro e duas vezes mais que o enxofre. Assim obtemos um açúcar mais claro e sem resíduos, pois o produto final do ozônio é água e oxigênio. Como o ozônio é muito instável e reativo a sacarose pode ser oxidada. Para isso foi estudado e determinado um porcentual de acréscimo de argônio, para evitar essa possível reação indesejada (GASIL, 2011).

As vantagens na utilização do ozônio são:

- Facilidade de obtenção da matéria prima, ar atmosférico e energia elétrica.
- Aumento no tempo de utilização dos aparelhos. Não há corrosão devido à formação de ácidos na qual ocorre quando utilizado o enxofre. O ozônio reage formando apenas oxigênio e água.
- Economia de insumos para regulagem de pH.
- Diminuição da inversão da sacarose devido pH baixo (Inversão ácida).
- Poderoso germicida.
- Melhora no padrão de cor do açúcar
- Solução de problemas de ordem ambiental e de segurança de trabalho (GASIL, 2011).

Mas para passar a utilizar o ozônio é necessário um grande investimento, pois é preciso mudar a linha de produção atual e adquirir novos equipamentos para instalar uma unidade concentradora de ozônio, com equipamentos apropriados de alto índice de eficiência, utilizando uma mistura de oxigênio com argônio. Esses equipamentos devem ser instalados no lugar a enxofreira, substituindo fornos e

colunas se sulfitação. Esse investimento é viável devido à diminuição na manutenção desses aparelhos, com o aumento da vida útil e melhor conservação (SILVA *et. al.*, 2008).

Segundo Silva *et. al.* (2008):

Os novos equipamentos para a aplicação da nova tecnologia serão: Compressor de ar tipo parafuso isento de óleo; Secador de ar por refrigeração; Tanque pulmão para armazenamento de ar comprimido; Usina concentradora de oxigênio com leito molecular misto (oxigênio e argônio); Tanque pulmão para armazenamento do gás produzido; Medidores de vazão para gases; Conjuntos de eletrolítico para a vazão correspondente a 150 ppm sobre a produção; Catalisador eletrolítico para a mistura de cana/ozônio/argônio; Quadros de comando elétrico e controle; Projetos de instalações;

Esses investimentos garantem a empresa um produto mais saudável e reduz a emissão de poluentes. Essa substituição de enxofre pelo ozônio agrega valor ao produto final (GASIL, 2011). A eliminação do enxofre cria as condições necessárias para adição de nutrientes como a vitamina A (JORNAL DA REGIÃO SUDOESTE, 2011).

4.3 BICARBONATAÇÃO

O processo de bicarbonatação é outro método alternativo para a clarificação do caldo de cana de açúcar para a produção de açúcar branco. Esse método dispensa o uso de enxofre e uma redução significativa de cal, proporcionando um açúcar de melhor qualidade, condições operacionais, controle químico do processo e poluição ambiental (SILVA *et. al.*, 2008).

Assim a bicarbonatação consiste na decomposição do bicarbonato de sódio $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ por aquecimento com a produção de carbonato de cálcio (CaCO_3) um sal insolúvel e o dióxido de carbono (CO_2) que reagirá produzindo mais carbonato de cálcio. Com isso a empresa reduz o consumo de cal em até 50% (ARAÚJO, 2007).

O bicarbonato de sódio é um sal muito solúvel e instável. O caldo clarificado com bicarbonato de cálcio apresenta menor dureza cálcica, isso porque a solubilidade do carbonato de cálcio é menor do que a dos sais formados na sulfitação como sulfito de cálcio e sulfato de cálcio (SILVA *et. al.*, 2008).

A Tabela 4 mostra a comparação dos parâmetros obtidos nos caldos clarificados pelos processos de bicarbonatação e de sulfitação. Observa-se que o caldo bicarbonatado apresentou melhores resultados de pureza, pH, cor e dureza (ARAÚJO, 2007).

Determinações	Brix	Pol	Pureza	pH	Cor (ICUMSA)	Dureza (ppm de CaCO ₃)
Caldo Misto	15,91	12,64	79,44	5,9	11033	-
Caldo Sulfitado	15,88	12,54	80,05	6,5	9729	366
Caldo Bicarbonatado	15,73	12,79	81,27	6,9	8458	116

Tabela 4: Resultados analíticos para amostras de caldo misto, sulfitado e bicarbonatado (In: ARAÚJO, 2007).

Podemos observar muitas vantagens com esse processo de acordo com a solubilidade do carbonato de cálcio, que é muito menor do que os sais sulfito de cálcio e sulfato de cálcio (ARAÚJO, 2007):

- As incrustações são removidas mais fácil;
- O pH médio do caldo clarificado 6,9 (mais neutro);
- Maior velocidade média de decantação do caldo, ficando menos tempo no decantador;
- A cor média do caldo clarificado bicarbonatado é de 8,458 (ICUMSA), menor que a do caldo misto e sulfitado;
- Aumento de pureza do caldo é de 1,5 a 2,5 pontos;
- Meio ambiente menos agredido;
- Maior tempo de estocagem;

Para a realização desse processo de clarificação é preciso fazer algumas mudanças na planta da fábrica como a instalação de uma unidade produtora de bicarbonato de cálcio, composta de um sistema de refrigeração, reator, substituição da torre ou coluna de sulfitação pela utilização de um ponto de dosagem do caldo misto frio ou quente do bicarbonato de cálcio (ARAÚJO, 2007).

Segundo ARAÚJO (2007):

O método da Bicarbonatação pode ser auxiliado pelo uso do anidrido fosfórico. Para tanto, o caldo deve ser primeiro dosado com leite de cal, até pH neutro, depois com o sacarato de cálcio na dosagem suficiente para reagir com o ácido fosfórico dosado logo em seguida e com o bicarbonato de cálcio, que deve ser dosado por último em pequeno excesso para garantir a neutralização e precipitação estequiométrica do ácido fosfórico. O caldo clarificado desse modo apresenta maior teor de cinzas, devido à solubilidade de os fosfatos serem maior do que os carbonatos.

5. EFEITOS CAUSADOS PELO AÇÚCAR BRANCO

O açúcar fabricado pelo processo de clarificação com o enxofre tem como resíduo o sulfito. Muitos efeitos adversos à saúde humana estão sendo relacionados à ingestão de alimentos que contém sulfito, como: náusea, irritação gástrica local, urticária e broncoespasmos em indivíduos asmáticos sensíveis (MACHADO, TOLEDO, VICENTE, 2006). Os pacientes asmáticos sofrem com a ingestão e inalação de sulfitos, pois tem a deficiência na enzima sulfito-oxidase, a enzima que metaboliza os sulfitos ingeridos, assim consegue oxidar sua produção endógena, mas não com sobrecargas (FILHO, 2008).

Com todo o processo de clarificação são retirados do açúcar as fibras, proteínas, sais minerais, vitaminas, etc., restando-se apenas a sacarose, que é apenas um carboidrato pobre, considerado um produto químico e não um alimento. Os efeitos causados pelo açúcar nunca são imediatos, são lentos, acumulativos. Hoje, ingerimos mais “energia” do que precisamos. Paradoxalmente, quem come muito açúcar fica dependente e tende a ter menos força. Grandes consumidores de açúcar geralmente são fracos, e não podem fazer quase nada sem usar um pouco de doce (BONTEMPO, 1985).

Por causa do aumento nos níveis de dopamina e serotonina, substâncias produzidas no cérebro e que estão associadas ao prazer e ao bem-estar, o açúcar pode, de fato, viciar. Mas a dependência criada pela sensação de bem-estar e prazer decorrente do consumo de açúcar é mais de ordem psicológica do que química (BERGAMO, NEIVA, 2006).

Hoje há quem acredita que se consumirmos o açúcar em pouca quantidade não vai fazer mal algum, mas na verdade qualquer consumo de açúcar, seja ele muito ou pouco vai fazer muito mal para o nosso organismo. Cada grama consumida de açúcar vai ser muita caloria ingerida e nada de nutriente ao nosso corpo (CARVALHO, 2006).

O açúcar é considerado um produto antibiológico ou “antivida” e está ligado diretamente à causa ou colaboração para o surgimento de muitas doenças como: a arteriosclerose, o câncer, a leucemias, as varizes, as enxaquecas, as distonias neurovegetativas, insônia, asma, bronquite, distúrbios menstruais, infecções, pressão alta, prisão de ventre, diarreias crônicas, perturbações e doenças visuais, problemas de pele, distúrbios glandulares, anomalias digestivas variadas, cáries dentárias, problemas de crescimento, osteoporose, ossos fracos, doenças do colágeno, doenças de autoagressão, entre outras, principalmente a hipoglicemia e o diabetes (BONTEMPO, 1985).

Dados revelam que mais de três milhões de pessoas morrem todos os anos no mundo, vítimas de uma excessiva concentração de glicose no sangue. Destas mortes, 960.000 se devem diretamente ao diabetes, e 2,2 milhões são resultado de transtornos cardiovasculares causados pelo excesso de açúcar (TERRA, 2006).

A hipoglicemia, ou seja, falta de açúcar no sangue, é um distúrbio que se manifesta sob variadas formas, como: fraqueza, sensação de desmaio iminente, vertigens, tonturas, prostração, angústia, depressão, palpitação cardíaca, sudorese, sensação de irrealidade, etc. (BONTEMPO, 1985).

A primeira parte da sacarose escapa do processo digestivo químico do corpo e se converte diretamente em glicose e causa súbita elevação de açúcar no sangue. É que as moléculas da sacarose não necessitam de digestão complexa por serem de estrutura molecular simples. Com isso, o açúcar vai direto para o sangue e rompe o delicado equilíbrio de glicose e de oxigênio na corrente sanguínea (CHEMELLO, PANDOLFO, 2004).

O mecanismo é muito simples: ao consumirmos açúcar em demasia, o organismo, através das células do pâncreas, produz muita insulina, que é o hormônio responsável pela “queima” da glicose do sangue. Sendo que, quanto mais açúcar é consumido, mais insulina é produzida. Com o tempo, e com o consumo continuado, o pâncreas produz mais insulina do que o necessário, e quanto mais de insulina produzida, queima a mais de glicose, gerando falta. O nosso organismo dispõe de um sistema de regulação que mantém entre 70 e 110 mg de glicose em cada 100 mL de sangue. Mais insulina do que o normal vai produzir uma queda destes níveis,

determinando glicemia. O cérebro é o órgão mais diretamente afetado com isso, daí os mais frequentes sintomas de depressão, tremores, agitação (BONTEMPO, 1985).

A evolução natural da hipoglicemia, embora muito variável, é a diabetes. Dependendo de uma série de fatores o pâncreas pode entrar em “cansaço” após anos de produção excessiva de insulina; ele começa a produzir menos do que o necessário e como resultado começa a aumentar no sangue os níveis de açúcar, determinando uma hiperglicemia. Nesta situação os sintomas já são completamente diferentes da hipoglicemia. Aqui o paciente não sente nada, a não ser muita sede, muita vontade de urinar e talvez muita fome. O açúcar circulante começa a ser depositado e os problemas da diabetes vão surgindo (BONTEMPO, 1985).

Outros efeitos causados pela ingestão diária de açúcar branco são:

- Perda lenta e constante de magnésio: infecções, câncer.
- Perda lenta e constante de cálcio: cáries, osteoporose.
- Precipitação e retenção de sais de cálcio: arteriosclerose.
- Perda lenta e constante de vitaminas do complexo B, zinco e cromo: baixa imunidade, câncer de próstata e diabetes.
- Formação de placas bacterianas no sulco gengival: doença periodontal.
- Acidificação constante do sangue: o organismo rouba cálcio dos ossos para neutralizar essa acidificação; desequilíbrio imunológico.
- Perturbação do metabolismo glicídico: hiperglicemia, depressão e diabetes.
- Perturbação do metabolismo lipídico: obesidade e arteriosclerose (BONTEMPO, NOGUEIRA, 2010).

O vício em açúcar branco resulta numa condição superácida no organismo, que descalcifica e desmineraliza. O corpo passa a ter falta de cálcio, de magnésio, de zinco, de selênio, entre outros nutrientes protetores (CHEMELLO, PANDOLFO, 2004).

Podemos considerar também o açúcar como cancerizante, pois é imunodepressor, quer dizer, faz diminuir a capacidade do organismo quanto às suas defesas e

principalmente por eliminar o importante íon magnésio, devido à forma excessiva como é consumido hoje (BONTEMPO, 1985).

6. SUBSTITUTOS DO AÇÚCAR BRANCO

Com tantas doenças relacionadas ao açúcar devemos reaprender a sentir o sabor natural dos alimentos, e eventualmente usar métodos mais saudáveis para adoçar os alimentos. Dentre eles temos derivados de cana de açúcar que não são tão agressivos a saúde humana e o doce que a natureza nos oferece, como o das frutas e do mel (PIMENTEL, 2010).

A vantagem da substituição do açúcar branco por açúcares naturais como a glicose e a frutose, é que esse açúcar além de nos oferecer o doce, também nos oferecerá nutriente, vitaminas e sais minerais que o nosso corpo necessita (PIMENTEL, 2010).

6.1. ALTERNATIVAS DE ADOÇANTES

6.1.1. Caldo de cana

É possível utilizarmos o caldo de cana natural para realçarmos a doçura natural de alguns sucos, e é boa fonte de energia vital, fibras e minerais. Melado de cana é produzido através da fervura do caldo de cana, após algum tempo de apuração, temos o melado, também conhecido como melaço ou mel de cana. Este tem o sabor mais forte que o caldo porque foi concentrado, retirado o excesso da água. Rapadura é obtida com a desidratação do melado, ou seja, a retirada de quase 100% da água, assim os açúcares contido no caldo se cristalizam e temos a famosa rapadura de cana (PIMENTEL, 2010).

6.1.2. Açúcar mascavo escuro e claro

Depois de obtermos a rapadura, esta passa pela moagem, e este produtos moído é o que conhecemos por açúcar mascavo escuro. O açúcar mascavo contém proteínas, gordura, cálcio, fósforo, ferro, vitamina B1, B2, niacina, vitamina C, sódio, potássio, magnésio, cobre e zinco. Açúcar mascavo claro é o açúcar mascavo escuro que passa por um processo de clarificação, para obtermos um açúcar mais amarelado, mas devido a esse processo e já não é mais considerado um produto natural (PIMENTEL, 2010).

6.1.3. Açúcar demerara

É consequência imediata do refino do açúcar mascavo claro. Nesse estágio já temos um produto quase refinado. O demerara é um açúcar cristal levemente marrom ou amarelado. É melhor, entretanto, utilizarmos demerara do que cristal. Este produto pode ser utilizado como intermediário por pessoas que estão largando o vício do açúcar branco. Mas este açúcar já pode ser considerado prejudicial à saúde (PIMENTEL, 2010).

6.1.4. Frutose em pó ou levulose

É um açúcar natural encontrado na maioria dos frutos maduros, em alguns vegetais e no mel. A frutose pura, na sua forma cristalina, é o mais doce dos açúcares naturais. Apesar de algumas vantagens devemos ter cuidado porque normalmente são necessários produtos químicos para conservação e estabilização do produto, ou seja, dificilmente você encontrará uma frutose realmente natural (PIMENTEL, 2010).

6.1.5. Xarope de glicose ou glicose líquida

São obtidos do amido de milho através de processo não natural. Da mesma forma que a glicose, o xarope de glicose também contém maltose e outros carboidratos, podendo até mesmo conter açúcares complexos (PIMENTEL, 2010).

6.1.6 Mel de abelha

O mel de abelha contém muitos carboidratos, como a sacarose, glicose e frutose, sendo que a sacarose em pouca quantidade. Além de possuir lipídeos, proteínas, sais minerais e vitaminas (FONSECA, 2011).

Os melhores méis de abelha são justamente aqueles em que a sacarose está ausente, como o mel da abelha Jataí, na qual possuem enzimas que hidrolisam a sacarose para oferecer no mel apenas glicose e frutose (CARVALHO, 2009).

7. CARBOIDRATOS NO ENSINO MÉDIO

Os carboidratos podem ser abordados utilizando uma aula teórica e uma aula experimental com a identificação de algumas propriedades (JUNIOR, 2008).

7.1 AULA TEÓRICA

Os carboidratos também são conhecidos como hidratados de carbono, devido os compostos dessa classe basicamente à seguinte fórmula geral $C_x(H_2O)_y$ e define-se como compostos de função mista, hidroxialdeído ou hidroxiketona. Os carboidratos são fontes de energia para o nosso organismo, sendo que cada grama ingerida nos fornece 4,02 kcal. Assim são indispensáveis para a integridade funcional do tecido nervoso e a única fonte de energia do cérebro. As fontes de carboidratos na nossa alimentação as massas, pães e os alimentos ricos em amido (arroz, milho, batata) e em açúcar (frutas, principalmente as frutas secas e doces). As plantas fabricam o carboidrato através da reação de fotossíntese, que utilizam a clorofila para reter a energia luminosa, combinam água e gás carbônico para produzir a glicose, através da equação 10 simplificada (FONSECA, 2004).



Os carboidratos são classificados em monossacarídeos, oligossacarídeos, polissacarídeos sendo subdivididos em homopolissacarídeos e heteropolissacarídeos (JUNIOR, 2008).

7.1.1 Monossacarídeos

A glicose e a frutose são monossacarídeos de maior abundância na natureza, estando presente nas frutas. Consiste em apenas um poliidroxialdeído ou poliidroxicetona, que podem ter de três a sete carbonos, podendo estar na forma linear ou na forma cíclica. Os monossacarídeos tem a capacidade de ser oxidados por íons de cobre (Cu^{2+}) e ferro (Fe^{3+}), no qual são denominados açúcares redutores (JUNIOR, 2008).

7.1.2 Oligossacarídeos

Os oligossacarídeos são cadeias de monossacarídeos, e os mais comuns são os dissacarídeos, como a sacarose e a lactose, que podem ser hidrolisados e temos os monossacarídeos iniciais. A ligação que une os dois monossacarídeos é chamada de ligação glicosídica (JUNIOR, 2008).

7.1.3 Polissacarídeos

Os polissacarídeos são compostos com mais de 20 monossacarídeos. Se for uma cadeia com o mesmo monossacarídeo é conhecido como homopolissacarídeo, e se forem diferentes heteropolissacarídeos (JUNIOR, 2008).

7.1.3.1 Homopolissacarídeos

O amido e a celulose são os homopolissacarídeos mais conhecidos. São compostos por monossacarídeos de glicose, e se diferenciam pela ligação. O amido é composto por dois tipos de polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina. A diferença básica entre estes é a ramificação da cadeia, onde a amilopectina apresenta pontos de ramificação com ligações glicosídicas. A celulose apresenta cadeias retas e estendidas lado a lado, formando uma estrutura em fibras estabilizada por ligações de hidrogênio intra e intercadeias (JUNIOR, 2008).

7.1.3.2 Heteropolissacarídeos

São os polissacarídeos que quando sofrem hidrólise geram outros compostos além dos monossacarídeos. Temos assim a amigdalina, que quando hidrolisada temos glicose, aldeído benzoico e gás cianídrico (FONSECA, 2004).

7.2 AULA EXPERIMENTAL: IDENTIFICAÇÃO DOS AÇÚCARES.

7.2.1 Objetivo

O teste de Molisch tem como objetivo identificar a existência de açúcares nas amostras. O teste de Benedict tem como objetivo identificar o poder redutor de alguns açúcares. E o teste do Iodo tem como objetivo identificar a presença de carboidratos polissacarídeos, o tamanho e grau de ramificação da molécula.

7.2.2 Reagentes

- Reagente de Molisch.
- Reagente Benedict.
- Tintura de iodo.
- Ácido sulfúrico.
- Hidróxido de sódio.
- Ácido clorídrico.

7.2.2.1 Preparo do reagente de Molisch

Pesar 5,0 g de alfa-naftol e adicionar 100 ml de ácido acético (CH_3COOH) concentrado (95%) (SOUZA, NEVES, 2011).

7.2.2.2 Preparo do reagente de Benedict

Solução A: Pesar 173 g de citrato de sódio ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 90g de carbonato de sódio (Na_2CO_3) e 600 ml de água destilada quente (80°C). Dissolver, filtrar e completar a mistura para o volume de 850 mL com água destilada.

Solução B: Pesar 17,3 g de sulfato de cobre (CuSO_4), dissolver e completar para volume de 100 mL.

Coloque a solução A em um balão volumétrico de 1000 mL e em seguida, adicione a solução B sob agitação constante e complete o volume com água destilada (SOUZA, NEVES, 2011).

7.2.3 Materiais

- Tubos de ensaio.
- Conta-gotas.
- Pregador grande de madeira.
- Frasco de alumínio.
- Lamparina.
- Seringa descartável de plástico de 10 mL.

7.2.4 Amostras

- Glicose.
- Frutose.
- Mel de abelha.
- Mel karo.
- Batata crua.
- Açúcar comum.
- Amido.
- Arroz.
- Macarrão cru.
- Bala.
- Farinha de trigo.
- Água de coco.
- Caldo de cana.
- Caseína do leite desnatado.
- Clara de ovo.

7.2.5 Procedimento experimental

7.2.5.1 Teste de Molisch

Em tubos de ensaio colocar 2 mL da amostra, acrescentar 6 gotas de reagente de Molisch e 1 mL de ácido sulfúrico (SOUZA, NEVES, 2011).

- Resultado: Amostra com o surgimento de um anel de coloração lilás, no qual indica a formação de furfurais, revela a presença de açúcares na amostra (FREITAS *et. al.*, 2011).

7.2.5.2 Teste de Benedict

Em tubos de ensaio colocar 1,0 mL da amostra. Em seguida, adicionar 2,0 mL do reagente de Benedict. Aquecer os tubos em banho-maria fervente por cinco minutos e deixá-los esfriarem (JUNIOR, 2008).

- Resultado: A coloração inicial do reagente de Benedict é azul. Em presença de um agente redutor, após o aquecimento tem-se o aparecimento de

coloração castanha opaca e/ou precipitado da mesma coloração. Houve a oxidação do cobre, passou de Cu^{+2} à Cu^{+1} , mostrando a presença de açúcares redutores (FREITAS *et. al.*, 2011).

7.2.5.3 Teste do Iodo

Em tubos de ensaio 2,0 mL da amostra. Adicionar em cada tubo 5 gotas de solução de tintura de iodo. Depois, adicionar 5 gotas de NaOH e 5 gotas de HCl.

- Resultado: A mudança de coloração do Iodo mostra a presença de carboidratos polissacarídeos, quando maior a cadeia mais forte será a cor formada (JUNIOR, 2008).

Na tabela 5 podemos observar alguns resultados que podem ser obtidos através desses testes (FREITAS *et. al.*, 2011).

ALIMENTOS	RESULTADOS		
	Teste de Molisch	Teste de Benedict	Teste do Iodo
Glicose	Positivo	Positivo	Negativo
Frutose	Positivo	Positivo	Negativo
Mel de abelha	Positivo	Positivo	Negativo
Mel karo	Positivo	Positivo	Negativo
Batata crua	Positivo	Negativo	Positivo
Açúcar comum	Positivo	Positivo	Negativo
Amido (Maisena)	Positivo	Negativo	Positivo
Arroz	Positivo	Negativo	Positivo
Macarrão	Positivo	Negativo	Positivo
Bala	Positivo	Positivo	Negativo
Farinha de trigo	Positivo	Negativo	Positivo
Água de coco	Positivo	Positivo	Negativo
Caldo de cana	Positivo	Positivo	Negativo
Clara de ovo	Negativo	Negativo	Negativo
Caseína do leite desnatado	Negativo	Negativo	Negativo

Tabela 5: Resultados dos testes de açúcares (In: FREITAS *et. al.*, 2011).

8. CONCLUSÃO

Com a pesquisa realizada podemos observar que o principal método usado para a clarificação do caldo da cana é de sulfitação, mas ele pode nos trazer alguns malefícios como a poluição ambiental e resíduo de sulfito no açúcar.

A ozonização é um método alternativo e muito eficiente de clarificação do caldo de cana de açúcar para a obtenção de açúcar branco, precisa-se um investimento para sua implantação, mas esse investimento terá retorno com a produção de um açúcar de melhor qualidade e maior valor no mercado.

A bicarbonatação também é um método alternativo que também temos a produção de um açúcar de boa qualidade. Sua implantação também requer investimentos para a adaptação da fábrica, mas com isso haverá a diminuição dos custos operacionais.

O consumo de açúcar com resíduo de sulfito pode causar algumas doenças como náusea, irritação gástrica local, urticária e broncoespasmos em indivíduos asmáticos sensíveis. E o exagerado consumo de açúcar esta ligado diretamente à causa ou colaboração para o surgimento de muitas doenças como: câncer, enxaquecas, asma, bronquite, pressão alta, cáries dentárias, problemas de crescimento, osteoporose, doenças de autoagressão, entre outras, principalmente a hipoglicemia e o diabetes.

Com tantas doenças relacionadas ao consumo do açúcar, o presente trabalho propôs algumas alternativas mais saudáveis para adoçar os alimentos como: caldo de cana, açúcar mascavo, açúcar demerara, frutose em pó, xarope de glicose e principalmente o mel de abelha.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M de. ROCHELLE, L. A. CROCOMO, O. J. **Chave analítica para a determinação de dez variedades de cana de açúcar.** Sci. Agric. Piracicaba. p.16 Jan/Abr. 1995.

ALVES, Lucilio Rogério Aparecido, BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Oferta de exportação de açúcar do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Volume 42, Nº 1, Janeiro/Março, 2004.

ARAÚJO, Frederico A. Dantas de. **Processo de clarificação do caldo de cana pelo método da bicarbonatação.** Químico Industrial. Universidade Católica de Pernambuco. Revista Ciências e Tecnologia. Ano 1. Nº1. jul-dez. 2007. Disponível em <http://www.unicap.br/revistas/revista_e/artigo7.pdf>. Acesso em 22 mar. 2011.

BERGAMO, Giuliana, NEIVA, Paula. Açúcar: o perigo branco. **Veja**, Agosto, 2006, p.88. Disponível em <http://veja.abril.com.br/300806/p_088.html>. Acesso em 29 ago. 2010.

BONTEMPO, Marcio. **Relatório Orion**, 1985. L&PM Editores. Disponível em <http://www.ahau.org/aucar_branco.0.html>. Acesso em 23 mai. 2010.

BONTEMPO, Marcio, NOGUEIRA, Sandra Regina. **Açúcar Mascavo.** Disponível em <<http://www.florais.com.br/si/site/0921>>. Acesso em: 10 mai. 2010.

BONTEMPO, Marcio. **O açúcar branco e outros perigos da alimentação moderna.** In: Alimentação para um novo mundo. Editora Record. Disponível em <<http://www.drmarciobontempo.com.br/preview/artigos/artigo06/artigo06.asp>>. Acesso em: 10 mai. 2010.

CARVALHO, Fernando Antonio Carneiro. **O livro negro do açúcar.** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em <http://www.uefs.br/docentes/jmarcia/2007/O_livro_negro_do_acucar1.pdf>. Acesso em 28 ago. 2010.

CHEMELLO, Emiliano, PANDOLFO, Felipe G. **Textos Interativos**. Universidade de Caxias do Sul, Departamento de Física e Química. Caxias do Sul. Disponível em <http://hermes.ucs.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_02.htm>. Acesso em: 28 ago. 2010.

COPERSUCAR, Cooperativa de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Cana de açúcar**. Disponível em <http://www.copersucar.com.br/institucional/por/academia/cana_acucar.asp>. Acesso em: 28 ago. 2010.

ESTEVAM, Raimundo. **Safra de cana de açúcar cai 5,6% em 2011/2012**. CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura. A Redação. Seção de Economia. 30 ago. 2011. Disponível em <<http://www.aredacao.com.br/negocio.php?noticias=2489>>. Acesso em 09 out. 2011.

Excesso de açúcar mata 3 milhões de pessoas por ano. **Terra**, Novembro, 2006. Disponível em <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI1240288-EI298,00.html>>. Acesso em: 29 ago. 2010.

FANTE, Fernando César. **Etapas tecnológicas do tratamento do caldo de cana para obtenção do açúcar branco**. 2009. 27p. Trabalho de Conclusão de Curso. Química Industrial. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA. Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA. São Paulo. Assis. 2009.

FARIA, Marcio Francisco de. **Avaliação do tratamento físico-químico de sulfitação e caleação do caldo para produção de açúcar cristal**. 2004. 29p. Trabalho de Conclusão de Curso. Química Industrial. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA. Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA. São Paulo. Assis. 2004.

FCR, Fundação Cândido Rondon. Fundação de Apoio à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. **Cana de Açúcar**. Campo Grande. MS. Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/cana-de-acucar/cana-de-acucar.php>> ou <<http://www.thinkmedia.com.br/cban/pdfs/cana.pdf>>. Acesso em 23 mai. 2010.

FILHO, Dr. Pierre d'Almeida Telles. **Asma Brônquica**. Disponível em <http://www.asma-bronquica.com.br/medical/tipos_de_asma_asma_sulfitos.html>. Acesso em 20. out. 2011.

FONSECA, Krukemberghe. **Mel e abelhas brasileiras**. Equipe Brasil Escola. Disponível em <http://www.brasilecola.com/biologia/mel_abelhasbrasileiras.htm>. Acesso em 23 out. 2011.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química Integral: ensino médio**. São Paulo. Editora FTD. 2004

FREITAS, J. C. R de. MATOS, A. A. SILVA, M. C da. FILHO, J. R. F. **Identificando Açúcares em Alimentos: Aula experimental como ferramenta facilitadora para o processo ensino-aprendizagem**. Disponível em <<http://www.abq.org.br/cbq/2009/trabalhos/6/6-271-437.htm>>. Acesso em 23 out. 2011.

GASIL, Gases e Equipamentos Silton LTDA. **Aplicação para área de açúcar e etanol**. Disponível em <<http://www.silton.com.br/pt/index.php/areas/acucar-e-etanol/>>. Acesso em 20 out. 2011.

HAMERSKI, Fabiane. **Estudo de variáveis no processo de carbonatação do caldo de cana-de-açúcar**. 2009. 148p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

INVESTE SÃO PAULO. **Cana de açúcar**. Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade. Sessão de Agronegócios. Disponível em <<http://www.investe.sp.gov.br/setores/cana>>. Acesso em 09 out. 2011.

JUNIOR, Wilmo E. Francisco. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. **Química Nova na Escola**. Nº 29. p 8-13. Agosto 2008. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/03-CCD-2907.pdf>>. Acesso em 23 out. 2011.

MACHADO, Fulvio de Barros Pinheiro. **Brasil, a doce terra**. UDOP, União dos Produtores de Bioenergia Disponível em <<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=26351>>. Acesso em 09 out. 2011.

MACHADO, Rita Margarete Donato. TOLEDO, Maria Cecília Figueiredo. VICENTE, Eduardo. **Sulfitos em alimentos**. Brazilian Journal of Food Technology. Vol. 9. Nº 4. p. 265-275. out./dez. 2006.

MARAFANTE, Luciano J. **Tecnologia da fabricação do álcool e do açúcar**. 1ª ed. São Paulo: Ícone, 1993.

NOVAKI, Lexandra. **Produção, purificação e caracterização parcial da invertase obtida por fermentação em estado sólido de soja com *aspergillus caseillus***. 2009. 70p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - Universidade estadual do oeste do Paraná – UNIOESTE, Paraná, Toledo, 2009.

Nova tecnologia torna o açúcar mais saudável. **JORNAL DA REGIÃO SUDOESTE**. Disponível em <<http://www.jornaldaregiaosudeste.com.br/noticias/nova-tecnologia-torna-o-acucar-mais-saudavel>>. Acesso em 13 nov. 2011.

PAULINO, Oscar F T. **Produção de Açúcar**. UFSCAR, Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Agrárias. Curso de Pós Graduação. Gestão do Setor Sucroalcooleiro. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/13590596/Producao-de-Acucar>>. Acesso em 09 out. 2011.

PAYNE, John Howard. **Operações unitárias na produção de açúcar de cana**. 1ª ed. Tradução de Florenal Zarpelon, São Paulo: Nobel/STAB, 1989.

PETRY, André. **Açúcar é a droga da vez?** Revista VEJA. Edição 2131. 23 de Setembro 2009. Disponível em <<http://veja.abril.com.br/230909/acucar-droga-da-vez-p-98.shtml>>. Acesso em 22 mar.2011.

PIMENTEL, Alexandre. **Alternativas para substituição do açúcar branco**. Disponível em <<http://www.drmarciobontempo.com.br/preview/colunistas/001.asp>>. Acesso em 23 mai. 2010.

RODRIGUES, Lucas Bento. **Controle de qualidade na produção de açúcar cristal**. 2008. 54p. Trabalho de Conclusão de Curso. Administração. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA. Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA. São Paulo. Assis. 2008.

SILVA, Angelina Del Bello da. CRUZ, Antônio Lopes da. PORTO, Érica Elaine. FREITAS, Maria G. ALVES, Nelcimara Magosso. DAMACENO, Silvia Valentim. **Pesquisa sobre efeito estufa numa visão interdisciplinar: Física, Biologia e Química**. Disponível em <<http://www.fc.unesp.br/~lavarda/procie/dez14/angelina/index.htm>>. Acesso em 20 out. 2011.

SILVA, Junior Sanches da. **A história da cana de açúcar no Brasil**. 2008. 81p. Trabalho de Conclusão de Curso. Administração. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA. Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA. São Paulo. Assis. 2008.

SILVA, Roberto do Nascimento; MONTEIRO, Valdirene Neves; ALCANFOR, Joana D'Arc Ximenes; ASSIS, Elaine Meire; ASQUIERI, Eduardo Ramirez. **Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Vol 23. Nº 3. Campinas. Set/Dez. 2003.

SILVA, Rodolfo Benedito da. WOLQUIND, Celia Szuchmanz. SILVA, Fabricio Schwanz da. PORTO, Alexandre Gonçalves. SILVA, Flavio Teles Carvalho da. Aplicação da produção mais limpa no processo de clarificação do caldo de cana para a produção de açúcar. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, 28, 2008. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Artigo do XXVIII Encontro nacional de engenharia de produção**. Outubro, 2008. p.1-13.

SEAG, Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Cana de açúcar**. Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/cana-de-acucar/cana-de-acucar.php>> ou <<http://www.thinkmedia.com.br/cban/pdfs/cana.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2010

SOUZA, Karina Aparecida de Freitas Dias. NEVES, Dr. Valdir Augusto. **Caracterização de carboidratos: Teste de Molisch**. Disponível em <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/molisch.htm>. Acesso em 23 out. 2011.

SOUZA, Karina Aparecida de Freitas Dias. NEVES, Dr. Valdir Augusto. **Pesquisa de açúcares redutores: prova de Benedict**. Disponível em <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/benedict.htm>. Acesso em 23 out. 2011.

SOUZA, Karina Aparecida de Freitas Dias. NEVES, Dr. Valdir Augusto. **Pesquisa de polissacarídeos: reação com o iodo**. Disponível em <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm>. Acesso em 23 out. 2011.

UNICA, União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Historia do açúcar**. Disponível em <<http://www.portalunica.com.br/portalunica/?Secao=memória&SubSecao=cana-deaçúcar&SubSubSecao=historia>>. Acesso em: 23 mai. 2010.