

**FACULDADES INTEGRADAS FAFIBE  
CURSO DE LICENCIATURA E BACHARELADO EM CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
MICHELLE CAVALLIERY DE OLIVEIRA**

**CONTROLE MICROBIOLÓGICO DO AÇÚCAR CRISTAL**

**BEBEDOURO**

**2010**

**FACULDADES INTEGRADAS FAFIBE  
MICHELLE CAVALLIERY DE OLIVEIRA**

## **CONTROLE MICROBIOLÓGICO DO AÇÚCAR CRISTAL**

Trabalho apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas, da Faculdades Integradas Fafibe, sob orientação da Prof<sup>a</sup> Silvia Helena Zacarias Sylvestre, para a conclusão do curso de Ciências Biológicas Licenciatura e Bacharel.

**BEBEDOURO**

**2010**

**MICHELLE CAVALLIERY DE OLIVEIRA**

## **CONTROLE MICROBIOLOGICO DO AÇÚCAR CRISTAL**

Trabalho apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas, da Faculdades Integradas Fafibe, sob orientação da Prof<sup>a</sup> Silvia Helena Zacarias Sylvestre, para a conclusão do curso de Ciências Biológicas Licenciatura e Bacharel.

### **Banca Examinadora**

---

**Prof<sup>a</sup> Silvia Helena Zacarias Sylvestre**

---

**Prof<sup>o</sup> Marcos Henrique Centurione Ramos**

---

**Prof<sup>o</sup> Renato Fernandes Galdiano Junior**

**Bebedouro, 23 de Novembro de 2010**

## **Dedicatória**

Dedico esse trabalho a todos que estiveram do meu lado no período de formação:

A meus pais  
Carlos e Marta

Meus irmãos  
Junior e Ana Beatriz

Meu namorado  
Ricardo Amorim

Meus colegas de trabalho  
Aline, Érica, Gilvando, Micheli, Valdemir, Waldir,

Meus amigos da faculdade  
Carolina, Daniela, Diego, Êmerson, Eugenia, Franciele, Grazielle, José Carlos,  
Marcela, Maria Claudia, e todos da sétima turma.

Meus professores  
Evaldo, Jairo, Joaquim, Marcos, Renata, Renato, Rita, Silvia, Wellington.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado força para chegar até aqui. Agradeço também a meus pais, Marta e Carlos pelo apoio. Quero agradecer ao meu namorado Ricardo pela paciência, ajuda e compreensão nos momentos difíceis.

Agradeço a Lina Vitti, Waldir Alexandre e Edson Mikos por fornecerem vários materiais que me ajudaram na elaboração desse trabalho.

Em especial, agradeço ao professor Evaldo Guimarães que sempre me apoiou, a minha orientadora Silvia Sylvestre e os professores Wellington Marcelo Queixas Moreira, Renato Fernandes Galdiano Junior e Marcos Henrique Centurione Ramos pela colaboração.

"VIGIE SEUS PENSAMENTOS, PORQUE ELES SE TORNARÃO PALAVRAS;

VIGIE SUAS PALAVRAS, PORQUE ELAS SE TORNARÃO ATOS;

VIGIE SEUS ATOS, PORQUE ELES SE TORNARÃO SEUS HÁBITOS;

VIGIE SEUS HÁBITOS, PORQUE ELES SE TORNARÃO SEU CARÁTER;

VIGIE SEU CARÁTER - PORQUE ELE SERÁ O SEU DESTINO".

ANÔNIMO

## RESUMO

Nos dias atuais o controle analítico de alimentos é um quesito muito importante que garante não só a qualidade do produto, mas também garante a saúde do ser humano. Com a implantação dos sistemas de qualidade total, e a elevada competitividade do mercado entre os produtores de alimentos, surgiu à necessidade de um controle mais específico de alguns alimentos. Entre eles o açúcar. Diversos controles analíticos são realizados. Esses controles garantem o bom funcionamento dos processos industriais, e principalmente a qualidade do produto final, que é o que realmente interessa ao consumidor. Dentre os vários processos analíticos envolvidos no controle de qualidade do açúcar, está o controle microbiológico. Este controle realmente é considerado um dos processos analíticos mais importantes da fabricação do açúcar, e evidenciam como sendo este alimento próprio ou não para o consumo humano, que na verdade é o ponto principal da realização deste procedimento. Através da análise microbiológica, é possível evidenciar diversos microrganismos, sendo eles, os patogênicos (que causam doenças aos seres humanos), que devem ser ausentes, ou simplesmente microrganismos que comprometem a qualidade e características do açúcar, que influenciam na qualidade dos subprodutos produzidos a partir deste alimento tão consumido no mundo inteiro. O controle mostrado por esse trabalho evidencia os procedimentos analíticos, e os resultados obtidos por um período de safra em uma empresa produtora de açúcar a partir da cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto – SP, centralizado na Região Sudeste Brasileira. Diante dos resultados, foi possível detectar a ausência para alguns microrganismos patogênicos e alguns termofílicos, e dentro dos limites para mesófilas, leveduras e bolores e “*flat sour*”, como sugerem as referências exigida pelas empresas que consomem esse produto. Com os resultados podemos concluir que o açúcar pode ser consumido com segurança no que se diz respeito à contaminação microbiológica.

Palavras – Chave: Usina, Açúcar, Bactérias, Microbiologia

## ABSTRACT

Today the analytical control of foods is a very important question that ensures not only the quality of the product, but also ensures the health of human being. With the implementation of total quality systems, and the high competitiveness of the market between food producers, emerged the need for more granular control of some foods. Among them the sugar. Various analytical controls are carried out. These controls ensure the proper functioning of industrial processes, and especially the quality of the final product, which is what really matters to the consumer. Among the various analytical processes involved in controlling the quality of the sugar, is the microbiological control. This control really is considered one of the most important analytical processes of manufacture of sugar, and highlight as this food itself or not for human consumption, which is actually the main point of performing this procedure. By microbiological analysis, you can highlight various microorganisms, being them, pathogenic (which cause disease to humans), which must be absent, or simply microorganisms that compromise the quality and characteristics of sugar, which influence the quality of the by-products produced from this food so consumed worldwide. The control shown by this work highlights the analytical procedures, and the results obtained for a period of harvest in a company producing sugar from sugar cane in the region of Ribeirão Preto-SP, centered in the Southeast region of Brazil. On the results, it was possible to detect the absence for some micro-organisms pathogenic and some termofílicos and within the limits for mesophilic, yeasts and molds and "flat" sour ", as suggest references required by the companies that consume this product. With the results we can conclude that the sugar can be consumed safely on the microbiological contamination.

Key words: plant, Sugar, bacteria, microbiology

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Contagem total de aeróbios mesófilos típica em mercadorias no comércio internacional.....	8
Tabela 2: Padrões Internacionais para o Controle Microbiológico do Açúcar.....	15
Tabela 3: Padrões Nacionais para o Controle Microbiológico do Açúcar.....	15

## Lista de Figuras

Figura 1: Presença de microrganismos no solo.....	6
Figura 2: Esporulação da bactéria.....	10
Figura 3: Procedimento analítico de “flat sour”.....	20
Figura 4: Gráfico UFC de leveduras e bolores/g de açúcar.....	23
Figura 5: Gráfico UFC de mesófilas/g de açúcar.....	24
Figura 6: Gráfico UFC de flat sour/10g de açúcar.....	24
Figura 7: Resultados de análises de açúcar.....	26

## SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
ABSTRACT .....	v
Lista de Tabelas .....	vi
SUMÁRIO.....	viii
1. Introdução .....	1
1.1. Histórico .....	2
1.2. Qualidade .....	3
1.3. Processo de fabricação do açúcar.....	3
1.4. Principais fontes de contaminação do açúcar por microrganismos .....	5
1.4.1. Solo.....	5
1.4.2. Cozimento e secagem do açúcar .....	6
1.4.3. Armazenamento .....	6
1.4.4. Limpeza .....	7
1.5. Bactérias.....	7
1.5.1. Mesófilos Aeróbios.....	7
1.5.2. Leveduras e Fungos (bolors).....	8
1.5.3. Bactérias termófilas esporuladas.....	9
1.5.3.1. Bactérias termófilas esporuladas produtoras de “Flat-Sour” (Acidez Plana) .....	10
1.5.3.2. Bactérias termófilas esporuladas anaeróbias produtoras de H <sub>2</sub> S.....	11
1.5.3.3. Bactérias termófilas esporuladas anaeróbias não produtoras de gás .....	11
1.5.4. Coliformes.....	12
1.5.5. <i>Salmonella</i> .....	13
1.5.6. <i>Bacillus cereus</i> .....	13
1.5.7. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	13
1.6 Padrões internacionais e nacionais do controle microbiológico do açúcar cristal .....	14
2. Objetivo geral .....	17
2.1. Objetivos Específicos .....	17
3. Materiais e Métodos .....	18
3.1. Amostragem .....	18
3.2. Preparo da amostra a ser utilizada para análises.....	18
3.3. Preparo do meio de cultura.....	18

3.4. Método para análise de mesófilas totais.....	18
3.5. Método para contagem de leveduras e bolores.....	19
3.6. Método para contagem de “Flat-Sour” (Acidez Plana).....	19
3.7. Método para determinação de bactérias termófilas anaeróbias produtoras de H <sub>2</sub> S - bactérias de deterioração sulfídrica.....	20
3.8. Método para determinação de bactérias termófilas anaeróbias não produtoras de gás.....	21
3.9. Método para determinação de Coliformes totais .....	21
3.10. Método para detecção de <i>Salmonella</i> .....	22
3.11. <i>Bacillus cereus</i> .....	22
3.12. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	22
4. Resultados e discussões.....	23
5- Conclusão .....	27
6. Referências .....	28

## 1. Introdução

Os compradores de açúcar, principalmente as indústrias de alimentos e bebidas, têm exigido além das especificações tecnológicas, como cor, granulometria e umidade, a qualidade microbiológica do açúcar, que começou realmente a ser tratado como um produto alimentício, uma vez que é a base essencial para a elaboração de diversos tipos de alimentos e bebidas. Um açúcar que estiver fora dos padrões microbiológicos de qualidade poderá causar sérios prejuízos econômicos em virtude da deterioração, como também de saúde pública, pela possível presença de microrganismos patogênicos (ANTONINI, 2000).

A qualidade dos produtos derivados da cana-de-açúcar, esta diretamente relacionada ao controle microbiológico adequado, já que os microrganismos além de causar sérios prejuízos à produtividade, também contribuem diretamente na deterioração do seu principal produto, o açúcar (FERMENTEC, 2006).

Os microrganismos presentes no processo de fabricação do açúcar são oriundos principalmente de duas partes, sendo mais frequente, aquelas que entram no processo junto com a matéria-prima (cana-de-açúcar). Sabe-se que a terra, o ar, e até mesmo a água, são elementos ricos em uma diversidade de microrganismos, e a matéria-prima esta diretamente em contato principalmente com o solo, que durante o processo de carregamento acaba sendo levada junto com a cana-de-açúcar para a indústria. Essa fonte de microrganismos acaba proliferando nas perfeitas condições de multiplicação no processo de moagem. Tais condições como temperatura, umidade e farta fonte de alimento fazem com que as bactérias se multipliquem rapidamente no processo de extração. A maior parte dos microrganismos são eliminados no processo de tratamento térmico do caldo, que chega a atingir temperaturas em torno de 110°C. Porém, alguns microrganismos possuem a capacidade de se proteger desses tratamentos térmicos passando por um processo denominado esporulação que é uma forma de resistência. Através da esporulação os microrganismos conseguem passar ilesos pelo tratamento térmico e quando as condições se tornarem favoráveis novamente, esses microrganismos retornam à forma vegetativa. Tal condição geralmente ocorre quando estão presentes no açúcar já elaborado e ensacado.

A segunda fonte de contaminação microbiológica é proveniente da falta de higiene e assepsia. Podem originar-se a partir do contato humano com o alimento, ou pela exposição a animais e insetos, por exemplo: ratos, baratas, abelhas, etc. Esse tipo de contaminação geralmente são as mais graves, pois podem desenvolver microrganismos que além de provocarem a deterioração do açúcar, são patogênicas ao ser humano, e também indicam um controle de qualidade inadequado da empresa.

Atualmente a análise microbiológica é uma exigência de várias empresas que utilizam o açúcar na elaboração dos seus produtos. Este controle analítico atualmente faz parte do laudo que garante a qualidade do produto por parte dos fabricantes de açúcar.

A interferência de microrganismos nos produtos elaborados a partir do açúcar é muito grande. Tal observação é evidenciada por parte de algumas empresas que fazem exigências específicas a determinados microrganismos. Temos como exemplo as empresas que utilizam o açúcar na elaboração de laticínios. Nesse tipo de produto alguns microrganismos como as bactérias “Flat-sour” provocam o azedamento do leite. Cada um com a sua exigência, mas todos com o mesmo objetivo a de garantir um produto de qualidade que não ofereça risco ao consumidor.

Fica claro que as empresas que não se adequarem, e efetuarem um controle microbiológico incorreto, ficarão fora do mercado.

## 1.1. Histórico

Foi na Nova Guiné o primeiro contato com a planta cana-de-açúcar, onde rapidamente foi introduzida em vários lugares do mundo, sendo logo depois desenvolvidas as técnicas e habilidade de extrair a substância que era a origem de tão agradável sabor, o açúcar. Essa palavra derivada do sânscrito, antiga linguagem da Índia, foi a origem para a denominação dessa substância em todos os outros idiomas (MACHADO, 2000).

O primeiro indicio que poderia haver microrganismo no açúcar foi através da alteração do aspecto do caldo de beterraba em países europeus, onde notava-se a formação de mucilagem indicando a presença de microrganismo. Os

técnicos açucareiros começaram a observar a deterioração do açúcar no armazenamento e daí deram origem aos estudos dos controles microbiológicos.

A princípio acreditava-se que apenas um tipo de microrganismo comprometia a qualidade do açúcar, mas através do desenvolvimento das técnicas de controle microbiológico, evidenciou-se a presença de outros microrganismos. Foram considerados, ainda, três fatores relacionados às alterações no açúcar: relação entre a umidade inicial e os não açúcares sólidos do açúcar cru, bem como temperatura e umidade do salão de armazenamento do açúcar. Também foi observado que as condições de armazenamento constituíam-se no fator mais crítico para a deterioração do açúcar (FERMENTEC, 2006).

## 1.2. Qualidade

Apesar do açúcar na grande maioria das usinas ainda não se apresentar como um ingrediente de alta qualidade como a maioria dos produtos destinados à indústria alimentícia, do ponto de vista de qualidade total, novas tendências estão surgindo.

As indústrias açucareiras de grande porte estão implantando o programa para o registro na International Standards Organization (ISO). Esse sistema é um importante indicador de qualidade do produto atualmente. Muitas companhias importantes na fabricação de alimentos já exigem que seus fornecedores e empacotadores estejam ISO-certificados. A posse de vários certificados pode proporcionar uma poderosa ferramenta de marketing (FERMENTEC, 2006).

## 1.3. Processo de fabricação do açúcar

No Brasil e em outros países tropicais do mundo o açúcar é produzido a partir da cana-de-açúcar, enquanto na Europa o açúcar é extraído da beterraba (MACHADO, 2000).

O processo de produção de açúcar inicia-se na lavoura com o plantio e após a maturação da cana, o corte, que pode ser manual ou automatizado. O

transporte é feito por caminhões até a indústria, onde é pesada e analisado o teor de sacarose para o pagamento do fornecedor.

A cana é enviada para o processo de lavagem ou pode ser estocada por um breve período e deve ser renovada a curtos intervalos de tempo, visando à redução de perdas de açúcar por bactérias que consomem o açúcar deixando a cana azeda (processo de decomposição causada por microrganismos presentes no solo carregado junto à cana, promovendo a deterioração da matéria orgânica, produzindo ácidos e principalmente perdas de rendimento de produção). Em seguida, a cana é encaminhada para um sistema denominado preparo, onde a cana em seu pleno formato é desfibrada pelo rompimento das células que contém o caldo açucarado. Em seguida, a cana desfibrada é levada por esteiras específicas até o processo de extração, que pode ser realizado através de rolos ou difusor, obtendo-se dois produtos, o caldo da cana e o bagaço, muito importante na cogeração de energia que alimenta todo o processo industrial.

O caldo de cana obtido no processo de extração apresenta uma quantidade considerável de impurezas, solúveis ou insolúveis, o caldo passa por tratamento, onde, visa à eliminação máxima das impurezas insolúveis (areia, argila, bagacilho etc.), também são aplicados alguns produtos químicos que facilitam esse processo.

A eliminação deste material beneficia o processo e aumenta a eficiência e a vida útil dos equipamentos instalados, contribuindo também para a obtenção de um produto final de melhor qualidade.

O caldo é enviado para os evaporadores, onde, é concentrado através da evaporação da água, e passa a receber o nome de xarope.

O xarope é enviado à outra etapa de concentração onde ocorrerá a formação dos cristais de açúcar, em virtude da precipitação da sacarose dissolvida na água.

Esse processo físico envolvendo elevada pressão, e temperatura transforma o xarope dando-lhe os primeiros aspectos reais do açúcar.

A partir daí, forma-se uma massa contendo cristais e xarope. Essa massa passa por um processo de cozimento. Tal processo é responsável por dar tamanho e forma aos cristais do açúcar, já que um açúcar de boa qualidade deve ter tamanho e forma característica. Essa massa é denominada “massa A”.

A “massa A”, formada por cristais e xarope, é encaminhada para um tipo de centrífuga que separa os grãos de açúcar do xarope. Tal processo é realizado com o auxílio de sucessivas lavagens com água potável isenta de contaminação microbiológica, além de uma secagem rápida do excesso de umidade com vapor. O xarope residual é denominado mel. Durante a centrifugação, se obtém dois tipos de méis. O mel rico, e o mel pobre. O mel pobre é resultado dos primeiros segundos da centrifugação da “massa A”. Esse mel é novamente cozido, e resulta na formação de “massa B” que após um outro processo de centrifugação, produz o magma, que é utilizado na produção de “massa A”, e mel final, que é utilizado na produção de etanol.

O mel rico é resultado dos últimos segundos de centrifugação da “massa A”, quando na verdade está sendo centrifugado apenas açúcar. O mel possui o mesmo teor de açúcar, pH, e características gerais do xarope. Esse mel retorna ao processo sendo utilizado na produção de “massa A”.

Após todo o processo de centrifugação, o açúcar resultante têm um elevado teor de umidade, que contribui para a má qualidade do produto. A extração dessa umidade é realizada por um equipamento rotativo denominado secador, no qual é a última etapa da produção.

O açúcar totalmente pronto é encaminhado para o departamento de ensaque, e logo ao armazenamento (COPERSUCAR, 1988).

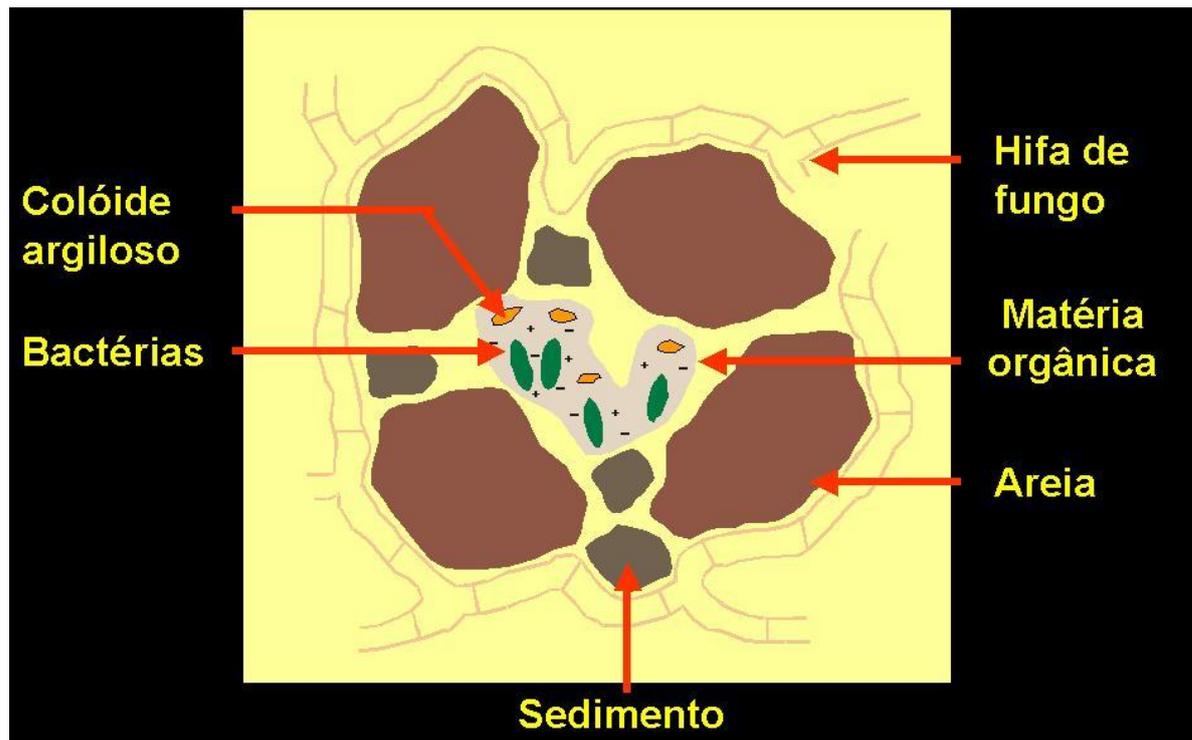
#### 1.4. Principais fontes de contaminação do açúcar por microrganismos

A qualidade microbiológica do açúcar está diretamente ligada à qualidade da matéria-prima (CLARCKE, 2000).

##### 1.4.1. Solo

A microbiota do solo é composta por diversos microrganismos principalmente, que podem elevar seus níveis devido a fatores ambientais, como quantidade e tipo de nutriente disponível, umidade, grau de aeração, temperatura, pH e aplicação de adubos (no caso da cana que na maioria das vezes são fertilizadas com vinhaça que têm alto valor microbiano) (PELCZAR et al; 1996).

O solo é a principal via de entrada destes contaminantes do açúcar, principalmente após os períodos de chuva. Este abriga várias espécies de bactérias, leveduras e bolores, principalmente de esporulados que ficam aderidos às partículas de terra (como mostra a Figura 1). Os termófilos produtores de “*Flat-Sour*” (acidez plana) têm sido os que correlacionam diretamente com a quantidade de terra trazida junto à cana para dentro da indústria (FERMENTEC, 2006).



**Figura 1:** Presença de microrganismos no solo (Química Real, 2007)

#### 1.4.2. Cozimento e secagem do açúcar

As temperaturas nestas fases do processo não são suficientes para a destruição dos esporos (FERMENTEC, 2006).

#### 1.4.3. Armazenamento

A temperatura é um fator importante na fabricação do açúcar, já que é o mecanismo responsável por livrar o açúcar de umidade. Embora o processo seja

eficiente, não é possível eliminar toda a água contida neste produto, que acaba sendo alguns dos principais fatores de multiplicação dos microrganismos.

No setor de armazenamento é necessário que tenha um controle de temperatura do local, pois esse fator pode influenciar na qualidade microbiológica do açúcar favorecendo o crescimento e proliferação dos microrganismos (JAY, 2005).

#### 1.4.4. Limpeza

Durante todo processo de produção do açúcar devem ser adotadas técnicas de assepsia, principalmente em momentos em que o processo não está em execução, sendo que estes momentos de parada têm causado significativos aumentos nos níveis de contaminantes no açúcar cristal (FERMENTEC, 2006).

### 1.5. Bactérias

#### 1.5.1. Mesófilos Aeróbios

A população de microrganismos aeróbios é constituída especialmente de bactérias do gênero *Bacillus*, que são bastonetes Gram positivos. Os microrganismos mesófilos são aqueles cuja temperatura ótima de crescimento situa-se entre 30 a 40 °C.

O método de contagem total de aeróbios mesófilos em placas identifica as populações gerais bacterianas em alimentos. Não diferencia tipos de bactéria, sendo utilizado para se obter informações gerais sobre a qualidade de produtos, matérias-primas utilizadas, condições de processamento, manipulação e vida de prateleira.

Esses microrganismos totais podem incluir em sua categoria os patógenos e também os deteriorantes mais importantes de alimentos.

O controle é muito útil para a avaliação da qualidade, porque populações altas de bactérias podem indicar deficiências na sanitização ou falha no controle do processo ou dos ingredientes (SILVA et al; 2007).

**Tabela1.** Contagem total de aeróbios mesófilos típica em mercadorias no comércio internacional

<b>Produto</b>	<b>Contagem total de aeróbios mesófilos máxima (UFC/g)</b>
Amêndoas	3,0 a 7,0x10 <sup>5</sup>
Nozes	3,1x10 <sup>4</sup> a 2,0x10 <sup>6</sup>
Massas frescas refrigeradas ou congeladas	1,0x10 <sup>2</sup> a 1,0x10 <sup>6</sup>
Pães, bolos, doces e salgados assados	1,0x10 <sup>1</sup> a 1,0x10 <sup>3</sup>
Proteína de soja	1,0x10 <sup>2</sup> a 1,0x10 <sup>5</sup>
Massas	1,0x10 <sup>3</sup> a 1,0x10 <sup>5</sup>
Misturas de cereais secos	1,0x10 <sup>3</sup> a 1,0x10 <sup>5</sup>
Cereias matinais	0 a 1,0x10 <sup>2</sup>
Cacau	1,0x10 <sup>4</sup>
Vegetais congelados	1,0x10 <sup>3</sup> a 1,0x10 <sup>6</sup>
Leite cru	8,0x10 <sup>2</sup> a 6,3x10 <sup>5</sup>
Saladas mistas (frango, ovos, batatas, camarões)	1,0x10 <sup>4</sup> a 1,0x10 <sup>5</sup>
Carne moída fresca	1,0x10 <sup>5</sup>
Cortes de frango	1,0x10 <sup>5</sup>
Batatas congeladas	1,0x10 <sup>3</sup> a 1,0x10 <sup>5</sup>

**Fonte:** MORTON et al; 2001 apud SILVA et al; 2007.

### 1.5.2. Leveduras e Fungos (bolors)

Leveduras e fungos (bolors) são microrganismos eucariontes que se encontram amplamente distribuídos no solo, na água, e podem ser encontrados com frequência na microbiota de produtos alimentícios e certas leveduras e bolors são usados no preparo de vários alimentos, como pão e certos tipos de queijos, eles também podem ser responsáveis pela deterioração de muitos tipos de alimentos.

A temperatura ótima de crescimento abrange a faixa de 20 a 30°C e o pH ideal para o crescimento de leveduras é baixo e na maioria dos fungos o pH ideal é de 5,6 (TRABULSI & ALTERTHUM, 2004).

Devido a seu desenvolvimento lento e baixa habilidade competitiva, leveduras e bolors sempre se desenvolvem por si próprios em alimentos nos quais as condições são menos favoráveis ao desenvolvimento bacteriano, como: baixos

valores de pH, altas concentrações de sal ou de açúcar, baixa temperatura de armazenagem, presença de antibióticos e baixa atividade de água.

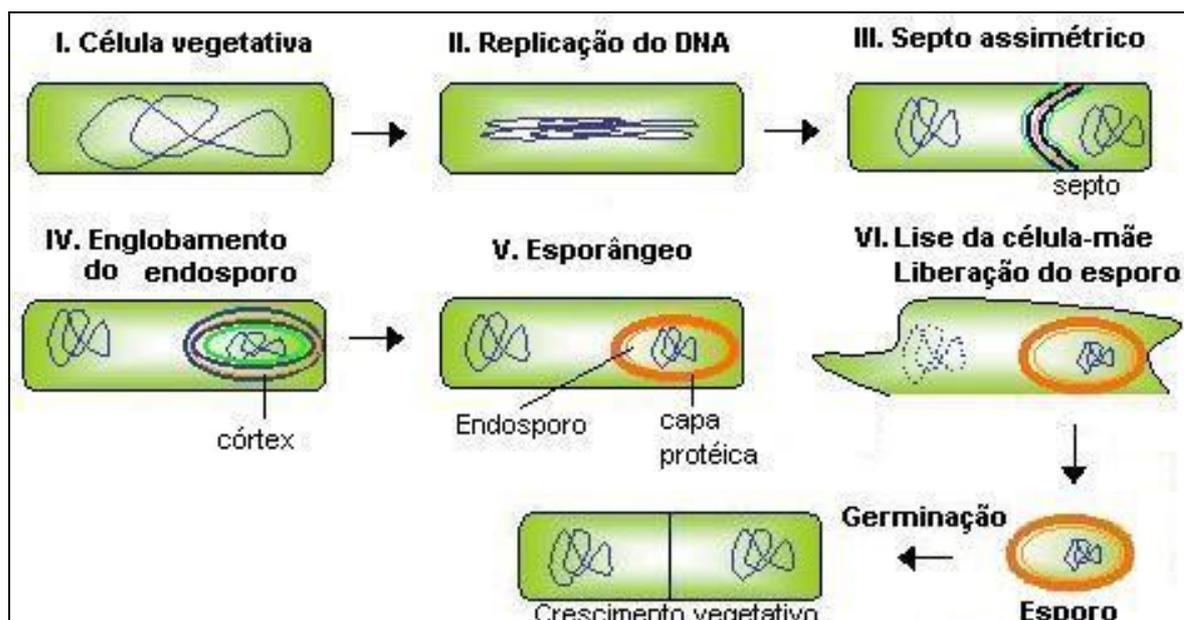
Além disso, leveduras e/ou bolores podem causar problemas devido a síntese de metabólitos tóxicos e por ter a capacidade de causar a perda ou modificação de odores e sabores dos alimentos, bem como de descolorir a superfície dos mesmos (SILVA et al; 2007).

### 1.5.3. Bactérias termófilas esporuladas

Segundo Silva et al (2007), as bactérias termófilas são aquela que possuem resistência a temperaturas elevadas e possuem estruturas denominadas esporos. Os esporos são células vegetativas formados em condições adversas à sobrevivência das espécies. Uma vez formados, permanecem em estado de dormência e, ao contrário das ativas, não apresentam atividade metabólica e não se multiplicam. Entretanto, em condições favoráveis, podem germinar e dar origem a novas células vegetativas, conforme ilustrado na Figura 2.

Os esporos são resistentes a condições ambientais que seriam letais para as células vegetativas: suportam o congelamento, a desidratação, a irradiação, a presença de conservantes, o tratamento com desinfetantes e a exposição a altas temperaturas. Devido à resistência térmica, são particularmente prejudiciais nos alimentos submetidos ao processo de esterilização comercial, onde a microbiota competidora é eliminada pelo calor. Nos ingredientes desses produtos, devem ser controlados, porque contagens elevadas aumentam a probabilidade de sobrevivência e posterior germinação no alimento processado. Os ingredientes mais comumente utilizados na formulação de produtos comercialmente estéreis são leite cru, leite em pó, condimentos, amido, açúcar, frutas, sucos de frutas, vegetais e cereais (SILVA et al; 2007).

No processo de fabricação do açúcar refinado o desenvolvimento dos microrganismos termófilos ocorre em função da temperatura ser adequada para a germinação dos esporos (OLIVEIRA, J.A. et al; 1996).



**Figura 2:** Esporulação da bactéria, Palestra Pepsico, 2009

Alguns exemplos de bactérias esporogênicas são: *Bacillus*, *Geobacillus*, *Clostridium*, *Thermoanaerobacterium*, *Desulfotomaculum*, *Sporolactobacillus*, *Alicyclobacillus*, *Thermoactinomyces*, *Sporosarcina*, sendo patogênicos *Clostridium* e *Bacillus*.

A temperatura ótima de crescimento dos termófilos é de 55°C (SILVA et al; 2007).

### 1.5.3.1. Bactérias termófilas esporuladas produtoras de “Flat-Sour” (Acidez Plana)

As bactérias esporuladas termofílicas anaeróbios facultativos produtoras de acidez plana têm a capacidade de utilizar carboidratos (sacarose), produzindo ácido láctico, deteriorando o alimento sem produzir gás, não alterando a aparência das latas, ao contrário de outros microrganismos, que ao deteriorar um alimento enlatado, produzem gás em excesso, chegando a estufar a lata (CANO et al; 1987).

*Bacillus stearothermophilus* e *Bacillus coagulans* são as espécies típicas responsáveis por esse tipo de deterioração.

Os esporos bacterianos entram na indústria de processamento por meio do solo transportado junto à cana. A população pode crescer em qualquer ponto da indústria onde existam condições apropriadas. Assim, por exemplo,

qualquer equipamento que tenha que operar a temperaturas de 43-75°C servirá como um ponto para a população excessiva de esporos de “Flat-sour”, sendo difíceis de serem destruídos no alimento ou na indústria de processamento (FERMENTEC 2006).

### 1.5.3.2. Bactérias termófilas esporuladas anaeróbias produtoras de H<sub>2</sub>S

*Desulfotomaculum nigrificans* é a espécie típica de bactéria esporogênica anaeróbia sacarolítica capaz de reduzir sulfato, produzindo sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S).

Podem ser móveis ou imóveis, produzem esporos ovais ou esféricos, são gram positivos, anaeróbios estritos apresentam metabolismo respiratório, mas utilizam sulfato, sulfito ou outros compostos de enxofre como aceptores de elétrons, reduzidos a H<sub>2</sub>S. Assim com todos os termófilos, a temperatura de crescimento varia entre 20 e 70°C e ótima 55°C. O pH ótimo varia entre 7,0 e 8,7.

O açúcar e o amido são destacados como as principais fontes desse microrganismo em alimentos. Nos produtos enlatados, provocam deterioração sulfídrica, com escurecimento do conteúdo interno das embalagens, sem estufamento. O escurecimento é causado pela reação do H<sub>2</sub>S com o ferro das latas. Não é uma ocorrência comum, acontecendo quando o produto permanece por tempo prolongado a temperaturas elevadas, permitindo a determinação de esporos sobreviventes. Pode ser causada por resfriamento lento e/ou estocagem em temperaturas superiores a 43°C (DONNELLY & HANNAH, 2001 apud SILVA et al; 2007).

### 1.5.3.3. Bactérias termófilas esporuladas anaeróbias não produtoras de gás

Os termófilos anaeróbios esporulados não produtores de H<sub>2</sub>S, porém, produtores de gás, estão disseminados no solo e são encontrados em matéria-prima de origem agrícola, como a cana-de-açúcar, milho, batata, cebola, tomate, etc.

*Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* é espécie típica de bactéria esporogênica anaeróbia sacarolítica, produtora de gás e não produtora de H<sub>2</sub>S.

São bastonetes móveis ou imóveis, com estrutura de parede celular Gram negativa, anaeróbios estritos, sacarolíticos, fermentam carboidratos e produz gás. São termófilos estritos, com temperatura mínima de 35°C, máxima de 75°C e ótima entre 55 e 70°C. O pH de crescimento varia na faixa de 3,8 a 8,5, com ótimo entre 5,2 e 7,2.

A deterioração provocada por essa espécie é caracterizada por grande produção de gás, com estufamento das embalagens. Acontece quando o produto permanece por tempo prolongado a temperaturas elevadas, permitindo a germinação de esporos sobreviventes. Pode ser causada por resfriamento lento e/ou estocagem em temperaturas superiores a 43°C, porque são termófilos estritos, com temperatura mínima de 37°C, máxima de 62°C e ótima entre 55 e 60°C. Não é uma espécie reconhecida como deteriorante de enlatados ácidos, pois o pH de crescimento têm sido relatado entre 4,7 e 8,5, com ótimo entre 6,2 e 7,2. Os esporos são terminais e intumescidos, resistentes a altas temperaturas (105 a 113°C), mas são inativas acima de 121°C (STUMBO, 1973 apud SILVA et al; 2007).

#### 1.5.4. Coliformes

O grupo dos coliformes totais é um subgrupo da família Enterobacteriaceae que inclui 44 gêneros e 176 espécies. No grupo dos coliformes totais estão apenas as enterobactérias capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C. Mais de 20 espécies se encaixam nessa definição, dentre as quais encontrando-se tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais homeotérmicos (*Escherichia coli*), como também bactérias não entéricas (espécies de *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Serratia*, dentre outras).

A capacidade de fermentar a lactose pode ser verificada pela formação de gás e/ou ácido, nos meios de cultivo contendo lactose. Essas características são utilizadas nos métodos tradicionais de contagem de coliformes totais (SILVA et al; 2007).

### 1.5.5. *Salmonella*

*Salmonella* é um gênero da família *Enterobacteriaceae*, definido como bastonetes Gram - negativos não esporogênicos, anaeróbios facultativos. São encontradas no trato intestinal, do mesmo modo que os coliformes. As *Salmonellas* causam várias infecções humanas, sendo que a via direta de entrada são os alimentos, na maioria dos casos.

Pelo motivo do açúcar ser um produto alimentício utilizado em vários processos de industrialização de alimentos não será aceito no padrão microbiológico nenhuma amostra de açúcar que apresente *Salmonella* em 25g de amostra (SANTOS et al; 2006).

### 1.5.6. *Bacillus cereus*

*Bacillus cereus* é uma bactéria patogênica, cujas doenças transmitidas por alimentos são classificadas pela no grupo de risco III, que inclui as doenças de perigo moderado, usualmente de curta duração e sem ameaça de morte ou sequelas, com sintomas auto limitados, mas que provocam severo desconforto.

*Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus pseudomycoides* e *Bacillus weihenstephanensis* constituem um grupo de espécies e *Bacillus* (Grupo B. *cereus*), estreitamente relacionadas entre si e, do ponto de vista prático, dificilmente diferenciadas umas das outras. São bactérias Gram positivas, esporogênicas, anaeróbias facultativas e produzem esporos facilmente, na maioria dos meios de cultura (SILVA et al; 2007).

### 1.5.7. *Staphylococcus aureus*

Assim com *Bacillus cereus*, a bactéria *Staphylococcus aureus* também é uma bactéria patogênica, classificada no grupo de risco III, podendo causar uma intoxicação, provocada pela ingestão de toxinas formadas no alimento, quando ocorre a multiplicação das células.

Os sintomas aparecem entre duas a seis horas depois da ingestão, incluindo náusea, vômitos, cólicas, pressão baixa e queda de temperatura. A recuperação ocorre em torno de dois dias e as complicações ou morte são raras. O diagnóstico é fácil, especialmente quando há um surto com predomínio de sintomas

gastrointestinais superiores, com intervalo curto entre a ingestão e o início dos sintomas.

As cepas de *S. aureus* são cocos Gram - positivos que formam um aglomerado de células que lembram um cacho de uvas. São anaeróbios facultativos, não são resistentes ao calor, sendo facilmente destruído na pasteurização ou na cocção de alimentos. As toxinas, ao contrário, são altamente resistentes, suportando tratamentos térmicos tão severos como a esterilização de alimentos de baixa acidez.

A temperatura ótima de crescimento de *S. aureus* é de 35 a 40°C. A produção de toxinas ocorre numa faixa mais limitada de temperatura. Os limites de pH para crescimento estão entre 4,2 e 9,3 e a atividade de água mínima é de 0,85 (quantidade mínima de água para a proliferação do microrganismo). Sob esse aspecto, é uma bactéria atípica entre os patógenos de origem alimentar, que normalmente não crescem em atividade de água menor do que 0,92.

O reservatório de *S. aureus* são os seres humanos e os animais homeotérmicos, ocorrendo nas vias nasais, garganta, pele e cabelos de 50% ou mais indivíduos humanos saudáveis. Os manipuladores são a fonte mais frequente de contaminação, embora os equipamentos e superfícies do ambiente também possam contaminar os alimentos (SILVA et al; 2007).

## 1.6 Padrões internacionais e nacionais do controle microbiológico do açúcar cristal

A Tabela 2 indica os padrões internacionais para o controle microbiológico do açúcar, e a nível nacional, o controle microbiológico segue as exigências de cada empresa que adaptam os padrões de acordo com suas necessidades, como mostra a Tabela 3.

**Tabela 2:** Padrões microbiológicos internacionais para qualidade do açúcar (*national food canners and processors* - 1968).

<b>Microrganismos</b>	<b>Limite</b>
Bactérias Mesófilas Totais	<50 UFC/g de açúcar
Leveduras e Fungos (Bolors)	< 50 UFC/g de açúcar.
Termófilas Esporuladas	150 esporos/10 g de açúcar.
“Flat-Sour” (Acidez Plana)	75 esporos /10 g de açúcar.
Termófilas Não Produtores de H <sub>2</sub> S	<4 tubos positivos.
Termófilas Produtoras de H <sub>2</sub> S	< 2 tubos positivos.
<i>Salmonella</i>	Ausência/25g de açúcar.
<i>Bacillus cereus</i>	<10 <sup>3</sup> UFC/g de açúcar.
Coliformes e <i>E. Coli</i>	Ausência/g de açúcar.
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 <sup>3</sup> UFC/g de açúcar.

**Fonte:** FERMENTEC, 2006

**Tabela 3:** Padrões Nacionais para o Controle Microbiológico do Açúcar

Exigido por	Termófilas					
	Mesó-filas	Leveduras/bolors	“Flat-sour”	H <sub>2</sub> S (+)	H <sub>2</sub> S (-)	<i>Salmonella</i>
Nestlé	<1000 ufc/g	< 100 ufc/g	< 50 esp/g	< 100 esp/g açúcar	<100 esp/g açúcar	< 1 ufc/50g
Lacta	-	100 ufc/g	-	-	-	ausente/ 25 g
Refinações milho brasil	1000 ufc/g	500 ufc/g	-	-	-	ausente/ 25 g
Copersucar	-	100 ufc/10g	-	-	-	-
Abia	-	1000 ufc/g	-	-	-	ausente/ 25 g
Q-refresko	100 ufc/g	100 ufc/10g	-	-	-	-
Parmalat	-	1000 ufc/g	-	-	-	ausente/ 25 g
Fleischmann royal	-	1000 ufc/g	-	-	-	ausente/ 25 g
Bols	-	1000 ufc/g	-	-	-	ausente/ 25 g
Vonpar	-	1000 ufc/g	-	-	-	ausente/ 25 g

(\*) COLIFORMES TOTAIS E FECAIS : AUSENTES PARA TODOS

**Fonte:** FERMENTEC, 2006

Tendo em vista que o açúcar é um dos produtos mais consumidos do mundo, tanto diretamente na mesa do consumidor, quanto na fabricação de outros alimentos, é possível, através desse trabalho, chegar ao conhecimento de que o açúcar necessita de um controle minucioso, no que se diz respeito ao controle

microbiológico do produto final. Sua importância, além das exigências das indústrias que compram o produto, é garantir um alimento de qualidade na mesa do consumidor, e evitar que esses corram riscos de adquirirem doenças e infecções provocadas pela presença de um microorganismo.

## 2. Objetivo geral

Verificar se as análises estão dentro dos limites de especificação conforme os padrões microbiológicos e a legislação RDC12, que regulamenta as ações sanitárias relacionadas ao aspecto microbiológico dos alimentos, segundo a ANVISA.

### 2.1. Objetivos Específicos

- Realizar um diagnóstico do controle biológico em uma indústria de açúcar na Região de Ribeirão Preto.
- Levantar quais são os riscos de se consumir um produto deteriorado por microrganismos e quais os males que podem causar para a saúde do consumidor.
- Conhecer basicamente o processo de fabricação do açúcar cristal, e como é desempenhada a rotina analítica relacionadas ao controle microbiológico deste açúcar cristal.

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1. Amostragem

Foram coletadas diariamente 50g de amostras de açúcares, acondicionadas em frascos esterilizados e compostos em amostras semanais, quinzenais e mensais, em seguida foram realizadas as análises microbiológicas.

#### 3.2. Preparo da amostra a ser utilizada para análises

Em uma balança foi pesado 20g de açúcar, assepticamente, e transferido para um frasco esterilizado em autoclave em 1,1 atm, com temperatura de 121°C, por 15 minutos, completando com água destilada esterilizada em autoclave até o volume de 100mL, e agitou até completa dissolução do açúcar.

#### 3.3. Preparo do meio de cultura

Todos os meios de cultura utilizados foram adquiridos e formulados pelo fabricante na forma desidratada. Para o preparo dos meios de cultura foi utilizado na dissolução, água destilada. Para completa dissolução foi necessário aquecimento do meio, e após esse processo, os meios de cultura foram esterilizados em autoclave com temperatura de 121°C durante quinze minutos a 1,1atm. No momento do uso do meio foi resfriado a temperatura de 45 °C.

#### 3.4. Método para análise de mesófilas totais

Transferiu-se 1,0mL da amostra preparada no item 3.2 em 5 placas de Petri. Acrescentou nas placas de petri, sobre a amostra, aproximadamente, 15mL de meio PCA (Plate Count Ágar- Difco), em cada placa, homogeneizou-se e deixou esfriar em temperatura ambiente até a solidificação do ágar. Após a solidificação, incubou-se as placas em posição invertida em estufa a 35°C, durante 48 horas. Após período de incubação foi feito a contagem das colônias desenvolvidas nas 5 placas

e o resultado foi expresso em UFC (Unidade Formadora de Colônia), de mesófilas totais /g de açúcar.

### 3.5. Método para contagem de leveduras e bolores

Transferiu-se 1,0mL da amostra preparada no item 3.2 em uma série de 5 placas de Petri. Adicionou-se, sobre a amostra 15mL de ágar PDA (Potato Dextrose Ágar- Difco), acidificado com ácido tartárico até pH 3,5, homogeneizou e aguardou a solidificação do ágar em temperatura ambiente. Após a solidificação, incubou-se as placas em posição invertida em estufa a 20°C, durante 96 horas.

Após período de incubação contou-se o número de colônias que desenvolveram nas 5 placas e o resultado foi expresso em UFC de leveduras e bolores/g de açúcar.

### 3.6. Método para contagem de “Flat-Sour” (Acidez Plana).

A amostra do item 3.2, foi aquecida em ebulição por 5 minutos e resfriada imediatamente em água realizando choque térmico. Pipetou-se 2mL da amostra em uma série de cinco placas de petri. Adicionou-se o meio ágar púrpura de bromocresol – triptona – dextrose (Difco) sobre a amostra na placa. Homogeneizou a placa com o meio. Aguardou o momento da solidificação do meio e incubou as placas em posição invertida, a 55,0 °C por 72 horas. Após o período de incubação, foi contado apenas as colônias amarelas com ou sem halo e multiplicou o número total de colônias por cinco para expressar o resultado em números de esporos / 10g de amostra, conforme Figura 3.



**Figura 3** - Procedimento analítico de “Flat sour”.

### 3.7. Método para determinação de bactérias termófilas anaeróbias produtoras de $H_2S$ - bactérias de deterioração sulfídrica

Para o método de produtoras de  $H_2S$ , utilizado a amostra preparada no item 3.4, submetida ao choque térmico. Distribuiu 20,0mL da solução em porções iguais em seis tubos (ou seja, 3,3mL/ tubo), de ensaio contendo o meio ágar sulfito (Oxid). Homogeneizou os tubos de ensaio, contendo o meio e a amostra, e solidificou o meio, colocando os tubos em banho de água fria. Os tubos de ensaio foram encubados em estufa a 55,0°C por 48 horas. Considerando que, em 6 tubos tem-se 4g de açúcar, o total de colônias multiplicado por 2,5 nos dá a contagem de bactérias de deterioração sulfídrica /10g de açúcar.

### 3.8. Método para determinação de bactérias termófilas anaeróbias não produtoras de gás

Utilizou-se a amostra preparada no item 3.4, submetida ao choque térmico. Dividiu 20mL da amostra que sofreu tratamento térmico para 6 tubos (ou seja, 3,3mL/ tubo), contendo Liver broth (caldo de fígado- Difco). Cobriu os tubos com parafina, o suficiente para vedá-los. Solidificou a parafina rapidamente, mergulhando os tubos em água gelada. Incubou-se a 55°C, por 72 horas. Após 72 horas, procedeu a contagem nos tubos em que houve crescimento dos termófilos anaeróbios, ou seja, aqueles que houveram deslocamento da parafina, devido à formação de gás. Este é um teste considerado qualitativo, já que não permite expressar os resultados em termos de números de esporos por peso de açúcar, por isso, o resultado é expresso em número de tubos positivos em 4 gramas de açúcar.

### 3.9. Método para determinação de Coliformes totais

Preparo da amostra: dissolveu 25,0g de açúcar em 225mL de água esterilizada. Em 3 tubos de ensaio, contendo 10mL de caldo lauril sulfato triptose (Merck), (concentração dupla), com cada tubo contendo tubo de Durhan, Adicionou-se 10mL da amostra. Colocou, em 3 tubos de ensaio, 10mL de caldo lauril sulfato triptose (concentração normal), esterilizado com cada tubo contendo tubo de Durhan. Adicionou-se 1mL da amostra. Colocou-se, em 3 tubos de ensaio, 10ml de caldo lauril sulfato triptose (concentração normal), em cada tubo contendo tubo de Durhan, adicionar 0,1mL da amostra preparada. Incubou-se os tubos a 37°C/48 horas. Após o período de incubação efetuou a leitura dos tubos. Considerou positivos os tubos que tiveram produção de gás no interior dos tubos de Durhan. Os resultados são expressos em NMP/g (Número Mais Provável).

### 3.10. Método para detecção de *Salmonella*

Pesou-se 25g de açúcar, o qual foi dissolvido em 225mL de água peptonada esterilizada e incubou em estufa a 35 °C por 24 horas. Após o período de incubação utilizou o kit teste 1-2 (Biocontrol) para determinação de *Salmonella* e incubou o kit em temperatura de 35°C por 24 horas. Após as 24 horas observou se houve a formação de uma imunobanda. O resultado é expresso em presença ou ausência em 25g de açúcar.

### 3.11. *Bacillus cereus*

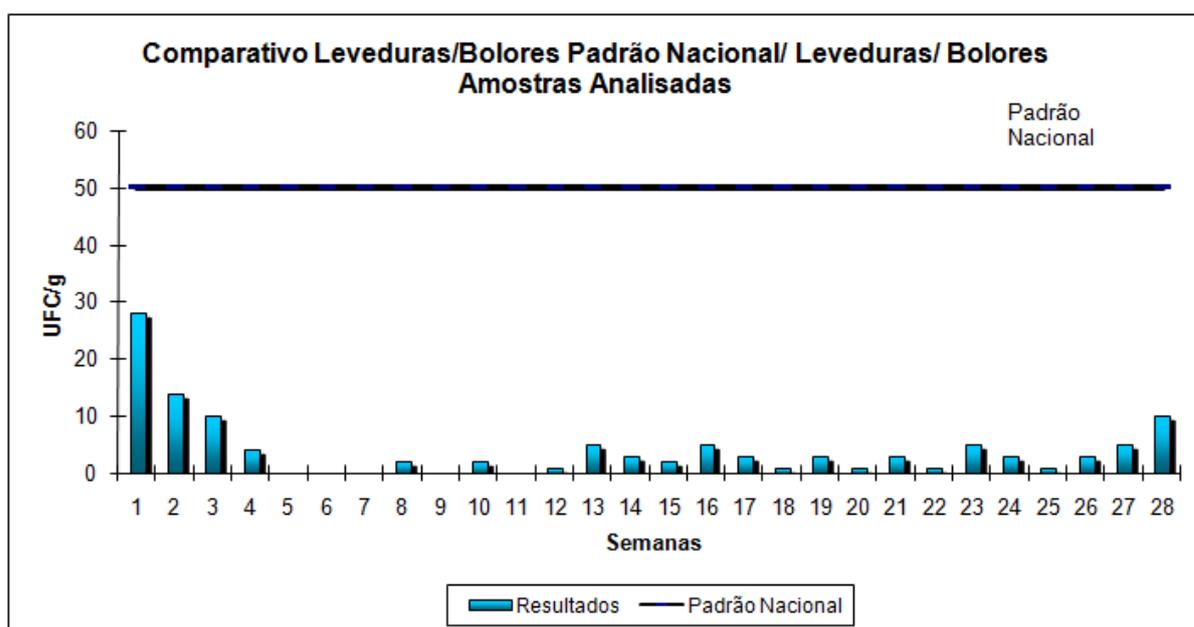
Dissolveu 25g de açúcar em 225mL de água peptonada, preparada de acordo com a instrução do fabricante Merck, esterilizada em autoclave da mesma maneira dos meio de cultura. Desta amostra, retirou-se 1mL e distribuiu por espalhamento em 3 placas de Petri com o meio Manitol Yolk Polymyxin Ágar (MYP-Ágar- Difco), enriquecido com egg (ovo), e sulfato de polimixina, da seguinte maneira: Colocou na primeira placa 0,3mL, na segunda placa 0,3mL e na terceira placa 0,4mL totalizando 1mL, espalhou a amostra com o auxílio da Alça de Drigalsky. Incubou as placas a 30-32°C/24 horas. Observou as colônias típicas (zona de precipitação ao redor, devido a atividade de lecitinase sobre a gema do ovo e colônias de coloração rosa-violeta), contou as colônias, e expressou resultado em UFC/g de açúcar.

### 3.12. *Staphylococcus aureus*

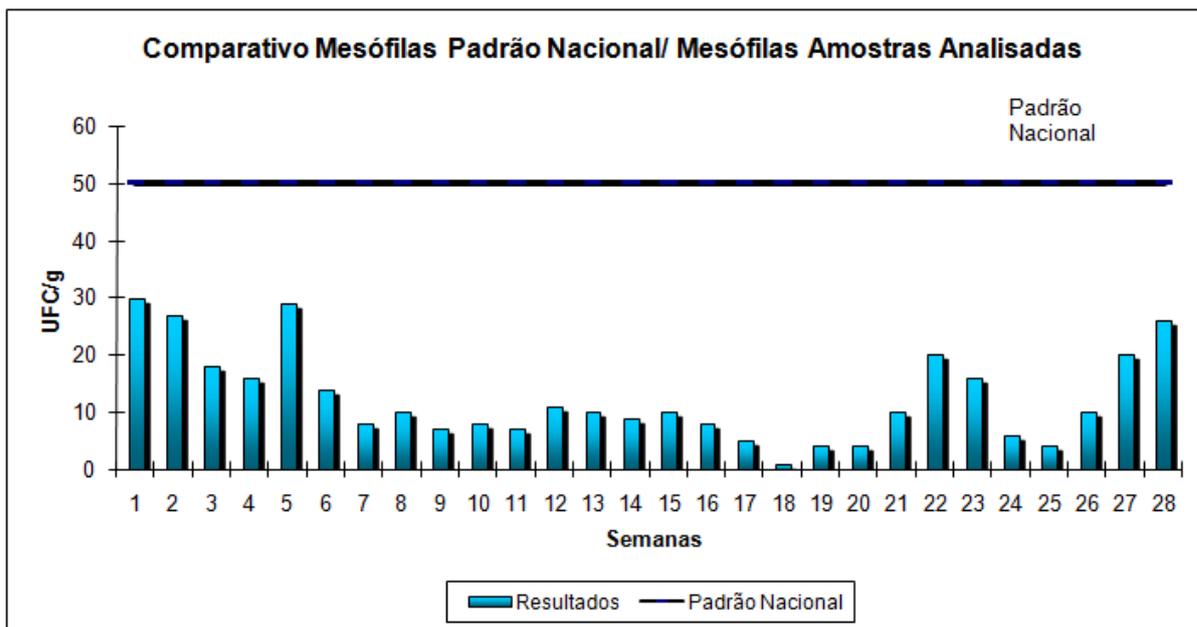
Dissolveu 25g de açúcar em 225mL de água peptonada esterilizada. Distribuiu a amostra com o auxílio de uma alça de Drigalsky, 1mL da solução (dividido em 4 porções de 0,3 – 0,3 – 0,3 e 0,1mL), em 4 placas de Petri com o meio de cultivo Baird-Parker Ágar (Difco) enriquecido com egg (ovo), já solidificado. Incubou as placas invertidas a 35-37°C/24-48horas. Observou colônias típicas: pretas, brilhantes, lisas, pequenas, com uma zona clara ao redor. Os resultados são expressos em UFC/g de açúcar.

## 4. Resultados e discussões

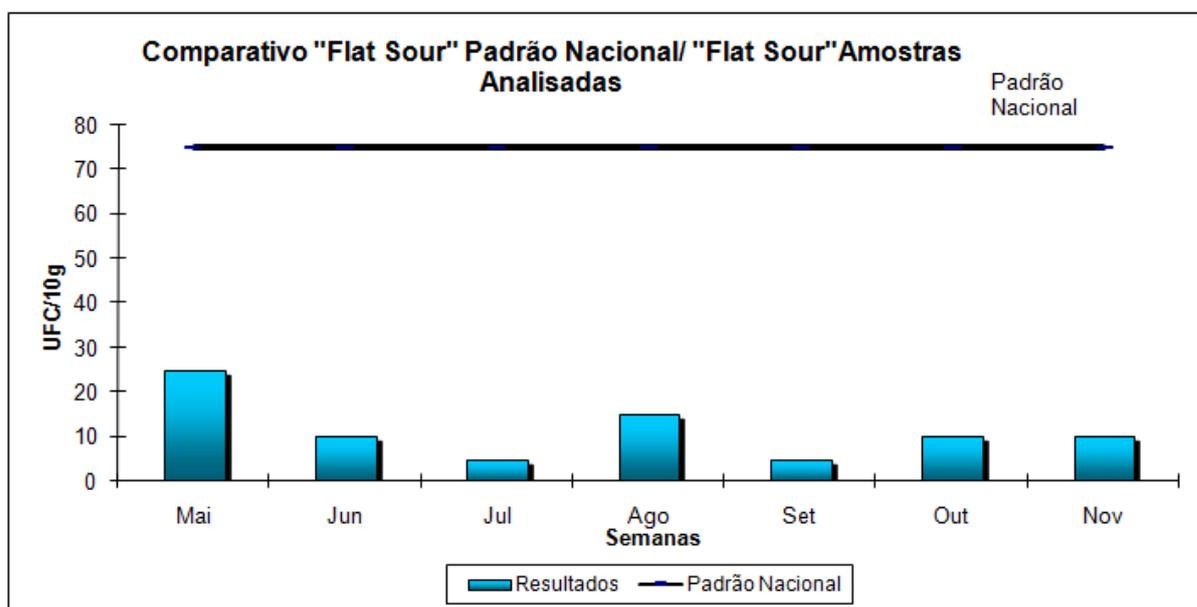
Foram realizadas análises em um período de 28 semanas, sendo a partir do dia 15 de maio a 26 de novembro da safra de 2009. As análises de mesófilas e leveduras/ bolores foram realizadas semanalmente, e as análises de coliformes totais e *Salmonellas* foram realizadas quinzenalmente. As análises de termófilas (produtoras de H<sub>2</sub>S, não produtoras de H<sub>2</sub>S e “flat sour”), *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* foram realizadas mensalmente.



**Figura 4** – Unidades Formadoras de Colônias de leveduras e bolores/g de açúcar



**Figura 5-** Unidades Formadoras de Colônias de mesófilas totais/g de açúcar



**Figura 6-** Unidades Formadoras de Colônias de "flat sour 10/g" de açúcar

Os resultados analíticos referentes a Coliformes totais, *Salmonellas*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* obtiveram resultado negativo indicando a ausência desses microrganismos durante período de 28 semanas.

Silva et al (2007), destacam o açúcar e o amido como as principais fontes dos microrganismos termófilos produtores de H<sub>2</sub>S em alimentos, portanto, os resultados obtidos durante o período de safra, contradizem com a bibliografia, sendo que todos os resultados foram negativos, indicando que o processo de produção

realiza um controle eficiente impedindo a presença desses microrganismos neste produto.

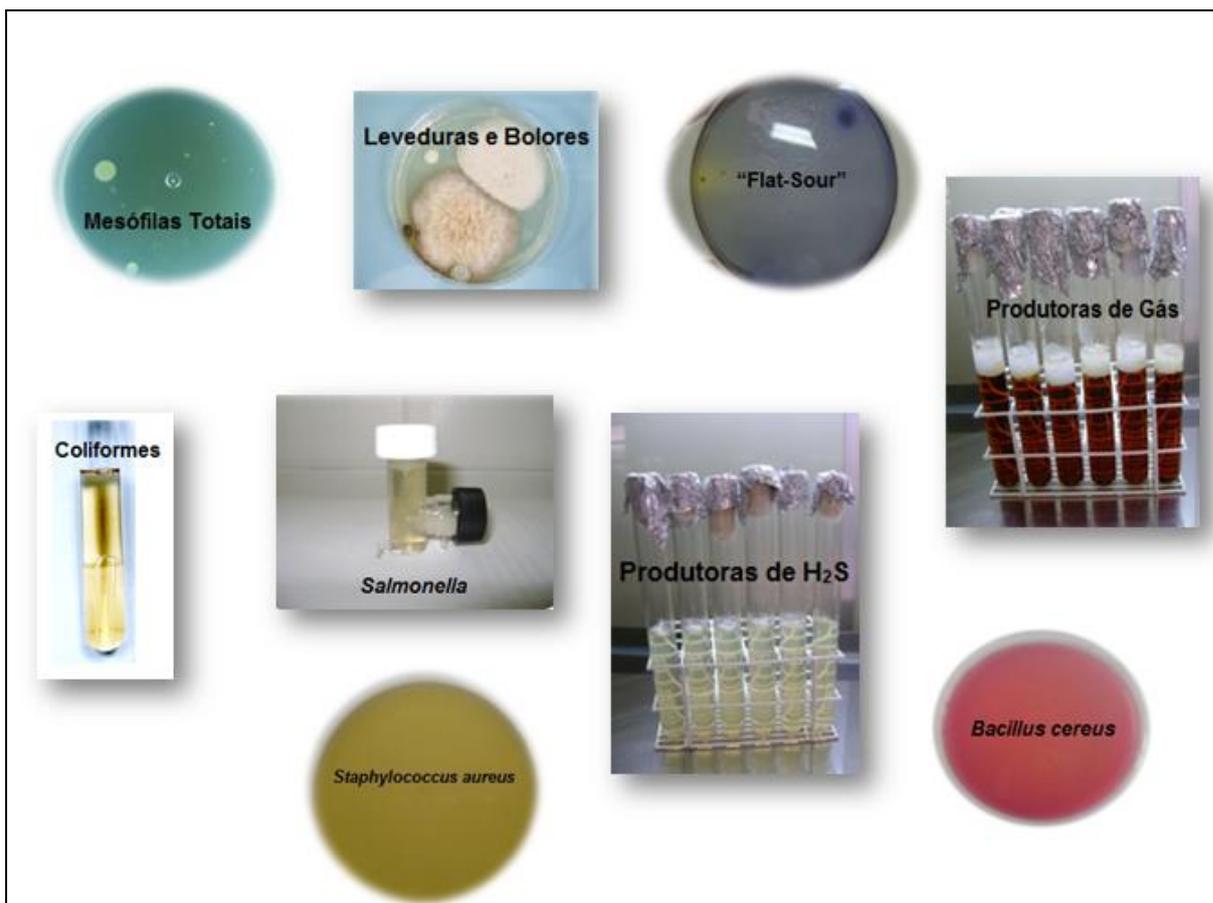
Ainda segundo Silva et al (2007), os parâmetros recomendados para a presença de “*Flat Sour*” correspondem a 75 esporos em 10g de açúcar, para alimentos enlatados (sua presença causa deterioração do alimento não sendo notório característica alguma na embalagem). Os resultados obtidos no laboratório mostram uma composição microbiologia é aceitável perante a presença de “*Flat Sour*”, indicando valor máximo de 25 esporos em 10g de açúcar.

Para *Bacillus cereus*, a atividade de água mínima é 0,93 (SILVA et al; 2007), permitindo assim sua multiplicação em atividades acima deste valor. A atividade de água do açúcar é igual ou inferior a 0.1 sendo impossível a proliferação desse microrganismo. O mesmo se estabelece para *Staphylococcus aureus*. Tal fato é evidenciado nos resultados obtidos, indicando ausência desses microrganismos no açúcar analisado.

De acordo com a ANVISA resolução RDC 12, que determina os padrões microbiológicos para alimentos, o açúcar cristal deve ter ausência de *Salmonellas* em 25g de amostra, e até  $10^2/g$  de amostra de açúcar para Coliformes. Os resultados obtidos durante a safra indicam ausência de *Salmonellas* e Coliformes, estando, assim, dentro dos parâmetros estabelecidos pela RDC (BRASIL; 1999).

Não há especificação certa para mesófilas e leveduras/bolores, cada cliente determina uma especificação conforme for à utilização desse açúcar. De acordo com os resultados analíticos obtidos pelo laboratório de microbiologia, a indústria de açúcar verifica se atende ou não as especificações dos clientes, porém, existem os padrões nacionais e internacionais para esses tipos de microrganismos, e de acordo com esses padrões todo açúcar analisado obtiveram resultados inferiores a esses limites.

Na figura 7, podem ser observados os resultados das análises que houve desenvolvimento microbiano e as análises com resultados negativos.



**Figura 7:** Resultados de análises de açúcar

## 5- Conclusão

Através desse trabalho, podemos chegar à conclusão de que a produção de açúcar necessita de um acompanhamento minucioso, no que se diz respeito ao controle microbiológico do produto final.

Sua importância, além das exigências das indústrias que compram o produto, é garantir um alimento de qualidade na mesa do consumidor, e evitar que esses corram riscos de adquirirem doenças e infecções provocadas pela presença de um microrganismo.

Não só na mesa do consumidor, o açúcar cristal também é muito utilizado como um dos insumos principais na produção de outros produtos alimentícios que exigem esse controle para a utilização na fabricação de outros alimentos.

Nota-se também que os microrganismos mesófilos totais e leveduras/bolores, há uma pequena instabilidade na quantidade de microrganismos, observado nos gráficos acima, e que as elevações microbiológicas observadas em períodos isolados devem-se às alterações climáticas (períodos de chuva), que interferem diretamente no mecanismo de entrada de microrganismos no processo.

## 6. Referências

ANTONINI, R. S. Qualidade de açúcar: aspectos microbiológicos. **Revista Jornal Cana**, Ribeirão Preto, n. 64, p.28-29, 2000.

BRASIL, Resolução RDC Nº 12 de 2 de janeiro de 2001, Regulamento da ANVISA aprovado pelo Decreto 3029, de 16 de abril de 1999.

CLARCKE, A. M. Dextrana em fabricas de açúcar: causas e controle I. **Revista STAB**, Ribeirão Preto, v. 18, n.3, p. 42-48, 2000.

COPERSUCAR, Fundamentos dos processos de fabricação de açúcar e álcool, **Caderno copersucar série industrial**, Piracicaba, n.020, 1988.

FERMENTEC, **Roteiro para treinamento de controle microbiológico do açúcar**, Piracicaba, 2006. 40p.

FORSYTHE, J. S. **Microbiologia da segurança alimentar**, 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 109-113.

JAY, M. J. **Microbiologia de alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 65, 189.

MACHADO, B. F. O açúcar nos 500 anos do Brasil. **Revista STAB**, Ribeirão Preto, v. 18, n.5, p. 4-8, 2000.

OLIVEIRA, J. A. et al. **Métodos para o controle microbiológico na produção de álcool e açúcar**. 1 ed. Piracicaba: FERMENTEC/ FEALQ/ESALQ-USP, 1996. p. 43-54.

Palestra Método de análise microbiológica: “Esporos aeróbios termofílicos e flat sour”, 1, 2009, Olímpia.

Palestra Suas causas e efeitos na produção de etanol, 1, 2006, Pradópolis.

PELCZAR J.M; CHAN S.C.E; KRIEG R.N. **Microbiologia**: conceitos e aplicações. 2.ed. São Paulo: Editora Afiliada, 1996. v. 2, p. 306-311.

ROJAS, C. R. Açúcar de qualidade. **Revista Jornal Cana**, Ribeirão Preto, n.53, p.41-42, mai. 1998.

SANTOS, R. F. et al. **Microrganismos na indústria sucro-alcooleira**. Monografia (Curso Superior de Tecnologia de Processos Sucro-alcooleiros)- Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP, Ribeirão Preto, 2006. 22p.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológicas em alimentos**. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 552 p.

TRABULSI, R.L; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 4 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2004. p. 175-182