



**CENTRO DE ESTUDOS OCTÁVIO DIAS DE OLIVEIRA  
FACULDADE UNIÃO DE GOYAZES**

**ESTUDO COMPARATIVO DA COLHEITA DA CANA DE AÇÚCAR EM  
RELAÇÃO A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AÇÚCAR CRISTAL**

**Cristiane Faria  
Sinair Dias Carneiro**

TRINDADE

2012



**FACULDADE UNIÃO DE GOYAZES**  
**CURSO DE BIOLOGIA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA COLHEITA DA CANA DE AÇÚCAR EM  
RELAÇÃO A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AÇÚCAR CRISTAL**

**Cristiane Faria**  
**Sinair Dias Carneiro**

**Orientador: Prof. Ms. Ursula Nunes Rauecker**

Trindade - GO

2012

**FACULDADE UNIÃO DE GOYAZES**  
**CURSO DE BIOLOGIA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA COLHEITA DA CANA DE AÇÚCAR EM  
RELAÇÃO A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AÇÚCAR CRISTAL**

**Cristiane Faria**  
**Sinair Dias Carneiro**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade União de  
Goyazes como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Biologia.**

**Orientador: Prof. Ms. Ursula Nunes Rauecker**

Trindade - GO

2012

**Cristiane Faria  
Sinair Dias Carneiro**

**ESTUDO COMPARATIVO DA COLHEITA DA CANA DE AÇÚCAR EM  
RELAÇÃO A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AÇÚCAR CRISTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade União de  
Goyazes como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Biologia, aprovada pela seguinte  
banca examinadora:

---

Prof. Ms. Úrsula Nunes Rauecker  
Faculdade União de Goyazes

---

Prof. Esp. Lidiane Quirino da Silva  
Faculdade União de Goyazes

---

Prof. Esp. Iada Anderson Barbosa Leal

Trindade – GO 05/12/2012

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, principio meio e fim.

À prof. MSc. Ursula Nunes Rauecker, pela oportunidade, orientação e amizade.

Às nossas famílias que sempre nos apoiaram de forma incondicional.

Aos professores do curso de Biologia da Faculdade União de Goyazes, que nos acompanharam nessa jornada.

À todos os colegas do 8º período de biologia da Faculdade União de Goyazes, pela companhia e amizade.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	08
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	10
2.1 Segurança dos Alimentos e Programas de Autocontrole	10
2.2 Fluxograma de produção do açúcar	11
2.3 Microbiologia do açúcar	13
2.3.1 Microrganismos indicadores	15
2.3.1.1 Contagem de Bolores e Leveduras	16
2.3.1.2 Contagem Padrão de Mesófilos	16
2.3.1.3 Contagem padrão para bactérias Lácticas	17
2.3.2 Bioaerossóis	17
<b>3. OBJETIVO</b>	19
3.1 Objetivo geral	19
3.2 Objetivos específicos	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	20
4.1 Amostragem e colheita das amostras	20
4.2 Análises microbiológicas	20
4.2.1 Contagem Padrão de Mesófilos	20
4.2.2 Método para contagem de Bolores e Leveduras	21
4.2.3 Contagem de Bactérias Lácticas	21
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	23
5.1 Contagem Padrão de Mesófilos	23
5.2 Contagem de Bolores e Leveduras	25
5.3 Contagem de bactérias lácticas	27
5.4 Avaliação da qualidade microbiológica do ar	29
<b>6. CONCLUSÃO</b>	31
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	32

## Estudo comparativo da colheita da cana de açúcar em relação a qualidade microbiológica do açúcar cristal

(Cristiane Faria)<sup>1</sup>

(Sinair Dias Carneiro)<sup>1</sup>

(Úrsula Nunes Rauecker)<sup>2</sup>

### RESUMO

Os controles de qualidade dos alimentos são de extrema importância, evitam prejuízos para a indústria, e garantem a segurança de quem os consomem. Através de análises microbiológicas é possível identificar inúmeros microrganismos, aqueles patogênicos que podem comprometer a saúde do consumidor, ou provocar a deterioração dos alimentos comprometendo seu prazo de validade. Amostras de açúcar cristal foram coletadas em um período de seis meses, foram coletadas dois tipos de amostras, uma proveniente de açúcar produzido com cana colhida de maneira manual e outra de cana colhida de forma mecanizada. O estudo evidenciou as diferenças da qualidade microbiológica em relação ao tipo de colheita realizada. As análises microbiológicas foram feitas considerando os microrganismos: bactérias mesófilas, fungos totais e bactérias lácticas. Os resultados das análises feitas foram relacionados a padrões nacionais e internacionais de controle de qualidade microbiológico do açúcar. Foi utilizado para comparação o padrão estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA e o padrão internacional estabelecido pela International Commission for Uniform Methods of Sugar (IMCUSA), e da National Canners Association. Os resultados obtidos apresentaram concentração de microrganismos significativamente superior no açúcar produzido com cana proveniente de colheita de cana manual.

**PALAVRAS – CHAVES:** Cana de açúcar, açúcar cristal, microrganismos indicadores.

---

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Biologia da Faculdade União de Goyazes

<sup>2</sup> Orientador: Prof. MSc.. Ursula Rauecker, Instituto Unificado de Ensino Superior Objetivo - IUESO

## ABSTRACT

The controls food quality are extremely important, avoid losses to the industry, and guarantee the safety of those who consume them. Through microbiological testing can identify numerous microorganisms, those pathogens that may compromise the health of the consumer, or cause food spoilage compromising its validity. Samples were collected from crystal sugar on a six-month period, we collected two types of samples, produced from sugar cane harvested with the manual way and another cane harvested mechanically. The study showed differences of microbiological quality in relation to the type of sample taken. Microbiological analyzes were performed considering microorganisms: mesophilic bacteria, total fungi and lactic acid bacteria. The results of the analysis were related to national and international standards of quality control microbiological sugar. Was used to compare the standard set by, the National Agency for Sanitary Vigilance ANVISA and the international standard established by the International Commission for Uniform Methods of Sugar (imcusa), and the National Canners Association. The results showed significantly higher concentration of microorganisms in cane sugar produced from sugarcane harvest from manual

**PALAVRAS – CHAVES:** Cane sugar, crystal sugar, indicator microorganisms.

---

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Biologia da Faculdade União de Goyazes

<sup>2</sup> Orientador: Prof. MSc.. Ursula Rauecker, Instituto Unificado de Ensino Superior Objetivo - IUESO



## 1.INTRODUÇÃO

A presença de perigos em alimentos tem sido abordada desde outrora como um preocupante fator de risco à saúde das pessoas, considerando que existem cerca de 200 tipos de patologias que podem ser veiculadas por alimentos ou água contaminados. Aproximadamente 1,8 milhões de pessoas no mundo vêm a óbito anualmente, devido a doenças causadas pela ingestão de alimentos ou água contaminados.

A população humana vem crescendo de forma exponencial, e com isso a produção de alimentos também foi impulsionada a aumentar. Contudo vem sendo feito um esforço gigantesco por parte de órgãos governamentais, juntamente com empresas privadas, na tentativa de não apenas assegurar alimentos para a população, mas também um produto alimentar com uma qualidade satisfatória, propondo melhorias na cadeia alimentar.

A preocupação em garantir a produção de alimentos com um alto grau de qualidade tem sido um tema extremamente abordado e discutido, dentro e fora de empresas do segmento produtor de alimentos, pois cada vez mais a população tem se mostrado preocupada com a qualidade dos alimentos que vão consumir. Com isso inúmeras empresas estão chegando ao consenso de que produzir alimentos de alta qualidade, além de ser uma questão de saúde pública, também gera implicações diretas na aceitação do produto no mercado consumidor.

O conceito de qualidade de alimentos é complexo. No mercado significa um apelo de vendas ou de economia para o consumidor. Para as revistas de nutrição o conceito de qualidade de alimentos significa um apelo à boa saúde e para os toxicologistas qualidade quer dizer segurança, já que os alimentos devem ser inofensivos. A segurança de alimentos tem sido definida como sendo uma prova razoável de certeza de que os alimentos são sanitariamente adequados. Assim, pode-se dizer que o produto alimentício que põe em risco a saúde não tem qualidade.

Com o constante aumento das exigências por parte dos compradores de açúcar cristal, principalmente das indústrias de alimentos e bebidas, quanto a sua qualidade microbiológica, vem impulsionando o processo de aprimoramento de padrões e critérios mais minuciosos e rígidos para o monitoramento da cadeia

produtora do açúcar. O açúcar muitas vezes é a base fundamental e essencial para a fabricação de inúmeros alimentos e bebidas, tornando-se o responsável direto por um produto um produto comercialmente aceito.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Segurança dos Alimentos e Programas de Autocontrole**

A quantidade e tipos de microrganismos presentes, dentro ou sobre os alimentos produzidos, podem ser usados para avaliar com segurança a qualidade microbiológica dos mesmos. A segurança é determinada pela ausência ou presença de microrganismos patogênicos ou suas toxinas, a quantidade do inóculo, e o tempo de controle ou destruição desses agentes (SILVA, 2002).

Nos Estados Unidos até a década de 1950, a indústria de alimentos contava apenas com a análise laboratorial dos lotes produzidos para fins de controle de segurança e qualidade. Assim, um lote era preparado e caso a análise demonstrasse que apresentava as condições desejadas, era liberado. Caso contrário, os produtos eram retidos. Tentando melhorar, a indústria de alimentos adaptou a Boas Práticas (BP) da indústria farmacêutica, dando um grande passo para melhorar e dinamizar a produção de alimentos seguros e de qualidade. Com as Boas Práticas de Fabricação (BPF), começou-se a controlar, segundo normas estabelecidas, a água, as contaminações cruzadas, as pragas, a higiene e o comportamento do manipulador, a higienização das superfícies, o fluxo do processo e outros itens (SENAI, 2005 apud SILVA, 2002).

Com o tempo foi sendo verificado que a BPF e a análise do produto final não garantia 100% de segurança dos alimentos. Este dado foi comprovado com estudos feitos pela NASA ao observar que durante os vôos tripulados o principal veículo de patógenos para os astronautas eram os alimentos. Assim, a NASA junto com o Pillsbury Co desenvolveu o sistema "Hazard Analysis and Critical Control Point" (HACCP), traduzido no Brasil como Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Este sistema permite levantar os perigos biológicos, químicos e físicos significativos que podem ocorrer na produção de um determinado alimento

em uma determinada linha de processamento, e controlá-los nos Pontos Críticos de Controle (PCC), durante a produção (SENAI, 2005 apud SILVA, 2002).

No Brasil, entre a década de 60 e 70 as boas práticas já eram exigidas, pelo Decreto-lei nº 986, de 21 de outubro de 1969 que instituiu normas básicas sobre alimentos. Porém o APPCC só foi introduzido no final da década 90 pela portaria do governo nº326/SVS/MS de 30 de julho de 1997 que aprova o regulamento técnico Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimento produtos industrializados de alimentos (BRASIL, 1999).

A legislação sobre qualidade de alimentos foi introduzida na maioria dos países com intuito de impedir o comercio de produtos fraudulentos e verificar desvios nos padrões para composição e peso. Somente em tempos mais atuais a legislação contemplou considerações de saúde pública como transmissão de bactérias nocivas á saúde. Em 2 de janeiro de 2001 a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) aprovou a resolução RDC Nº12, que estabelece os Padrões Microbiológicos para alimentos e determina os critérios para a conclusão e interpretações de resultados das análises microbiológicas dos alimentos destinados ao consumo humano (BRASIL, 2005).

Os padrões microbiológicos da referida resolução encontram-se descritos na Tabela 1, juntamente com os principais padrões microbiológicos para açucares, que são da: Agencia Nacional de Vigilância Sanitária\_ ANVISA; padrão internacional estabelecido pela Internacional Commission for Uniform Methods of Sugar (IMCUSA); e da National Canners Association.

TABELA1 – Principais padrões microbiológicos para açucares

	<b>ANVISA</b>	<b>NATIONAL CANNERS ASSOCIATION</b>	<b>ICUMSA</b>
Salmonella	Ausência	Ausência	-
Coliformes totais e termotolerantes	10 <sup>2</sup> NMP	Ausência	Ausência
Bactérias mesófilas	-	50 UFC/ 10gr	200 UFC/ 10gr
Bolores e leveduras	-	50 UFC/ 10gr	20 UFC/ 10gr
Esporos "flat-sour"	-	50 esp/ 10gr	50 esp/ 10gr
Esporos H2 s (+)	-	5 esp/ 10g	5 esp/ 10g

Fonte: SILVA, 2010

## 2.2 Fluxograma de produção do açúcar

A cana de açúcar é a matéria prima utilizada para a produção do açúcar, não se sabe ao certo quando ela surgiu, mas estudos revelam que ela é originária da Ásia, chegou ao Brasil em 1532, juntamente com as primeiras expedições, onde se espalhou devido a condições favoráveis, com solo fértil, quente e úmido (CONAB, 2011).

As variedades comerciais de cana-de-açúcar cultivadas atualmente se originam de cruzamentos realizados no início do século XX, na Ilha de Java. Àquela época, algumas variedades da espécie *Saccharum officinarum*, rica em açúcar, mas muito suscetível a doenças – foram cruzadas com outra espécie, a *Saccharum spontaneum*, pobre em açúcar e muito rústica, ou seja, mais resistente aos problemas do campo. Os híbridos obtidos tinham maior capacidade de armazenamento de sacarose, resistência a doenças, vigor, rusticidade e tolerância a fatores climáticos (CIB, 2009).

Apesar de *S. officinarum* e *S. spontaneum* terem sido as espécies que mais contribuíram para a obtenção das atuais variedades comerciais de cana-de-açúcar, outras espécies, a exemplo de *S. sinense*, *S. barberi* e *S. robustum*, ainda que em menor proporção, também foram importantes para a composição genética das variedades modernas de cana. O cultivo comercial de cana-de-açúcar ocorre por propagação vegetativa, e não por sementes, ou seja, um canavial é obtido pelo plantio de colmos da variedade de cana desejada, com as plantas-filhas tendo a mesma genética da planta-mãe – são clones. Assim, mesmo que haja cruzamento, as plantas não mudam suas características. Isso ocorreria apenas nas variedades originadas do plantio de sementes, o que não é feito pelos agricultores (CIB, 2009).

O processo de produção do açúcar tem seu início na colheita da cana, processo que pode ser feito de forma manual, ou mecanizada. No processo manual o corte e o carregamento são feitos de forma braçal, nesse processo a cana é inicialmente queimada, dessa maneira os trabalhadores conseguem fazer o corte com mais eficiência, depois de ser cortada a cana pode ficar no campo, por um período de até 48 horas, antes de ser levada para a usina (ALBUQUERQUE, 2011).

No processo de colheita mecanizada, a colhedeira faz todo o processo, a cana praticamente não entra em contato com o solo, análises microbiológicas feitas nos solos de algumas indústrias sucroalcooleiras, sugeriram que grande parte da

contaminação que ocorre no açúcar é decorrente do contato direto da cana com o solo, e a quantidade dele que é levado juntamente com a cana de açúcar para dentro das usinas sucroalcooleiras (CIB, 2009).

Depois de colhida, ela é levada para a usina onde inicialmente será lavada, para remover partículas sólidas e depois passará por alguns processos: Inicialmente ela é direcionada para a moagem onde o caldo será extraído. Em seguida passa por um processo de clarificação que visa separar do caldo a maior quantidade possível de impurezas dissolvidas e em suspensão, sem afetar a sacarose (SUGARCANE, 2011).

Em seguida o caldo passa por um processo de evaporação, onde a concentração original de água no caldo passa de 80% para 40%, resultando na formação de um xarope grosso e amarelado. Os evaporadores são recipientes cilíndricos, fechados e providos de vigia com vidros para o acompanhamento do processo no interior dos mesmos. No processo de cristalização, o xarope é levado até a supersaturação tomando consistência de mel, então começa formar os cristais de açúcar (ANTONINI, 2000).

A previsão de esmagamento de cana, para o ano de 2011, direcionada para a produção de açúcar foi de 283,9 milhões de toneladas, correspondendo a 47,3% da previsão de moagem de 571.471,0 mil toneladas. Na região Centro-Sul a destinação de cana para a produção de açúcar foi de 48,32%. Na safra passada, a destinação de cana para produção de açúcar foi de 46%, considerando todo o Brasil. A produção total de açúcar está estimada em 36,9 milhões de toneladas que equivalem a 738,0 milhões de sacas de 50 kg (CONAB, 2011).

### **2.3 Microbiologia do açúcar**

A microbiologia do açúcar vem ganhando papel de destaque no setor produtor de alimento devido ao fato dele ser amplamente utilizado no âmbito dessas empresas, o açúcar que estiver fora dos padrões microbiológicos de qualidade, se for consumido ou utilizado para fabricação de bebidas, alimentos, poderão trazer inúmeros prejuízos não apenas financeiros, mas também relacionados á saúde publica (COPERSUCAR, 1988).

A quantidade elevada de água em determinados gêneros de alimentos significa que ele pode trazer perigos para a saúde do consumidor, pois cria condições favoráveis para o a degradação microbiana e reações bioquímicas indesejáveis (SILVA, 2002).

A água existente em um determinado alimento encontra-se em três estados: ligada a macromoléculas, fazendo parte de proteínas, não estando livre; em formas e multicamadas, que também não estão totalmente livres e a água livre, que serve como solvente e permite reações químicas (COSTA, 2002). Para Ditchfied 2000, apud Jesus (2010) o principal fator na estabilidade de um alimento não é a quantidade de umidade e sim o teor de água disponível para o crescimento de microrganismos e reações conhecidas como atividade de água (Aa).

De acordo com o valor de Aa, os microrganismos apresentam um crescimento ótimo, um máximo e um mínimo. Os valores mínimos de Aa que permitem o crescimento da maioria dos fungos são superiores a 0,80; fungos xerófilos de 0,60. A maioria das leveduras cresce em substrados com valor de Aa por volta de 0,85, leveduras osmofílicas AM Aa de 0,60-0,70. A maioria das bactérias gram-positivas cresce em substratos com valor mínimo de Aa acima de 0,90 e as gram-negativas, acima de 0,93 (SILVA, 2002).

A atividade de água nos alimentos não devem ser maior que 0,60 pois essa quantidade é limitante para a maioria dos microrganismos (FIGURA 01), os padrões físico-químicos para o açúcar cristal definem que o teor de água no açúcar não deve ultrapassar 0,3% (INMETRO, 2011).

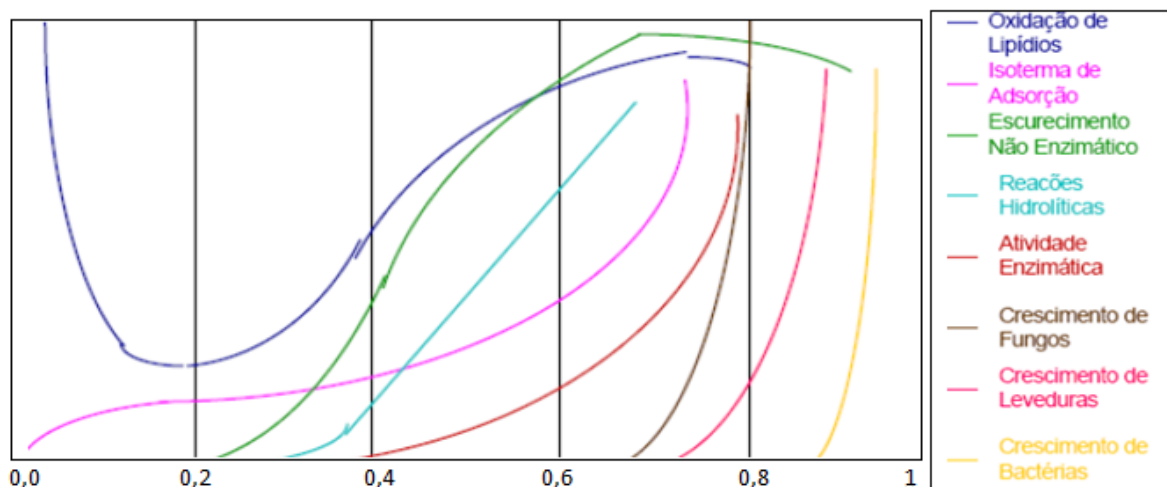


FIGURA 01 – Relação entre Atividade de atividade de água, alterações físico-químicas e crescimento microbiano em alimentos  
 FONTE: SILVA 2010

O açúcar possui uma quantidade muito pequena de água, sendo classificado como estável microbiologicamente. Porém, é altamente higroscópico e se manuseado de forma incorreta ou armazenado em locais com umidade elevada pode sofrer hidratação, criando condições favoráveis para o crescimento microbiano. A hidratação do açúcar pode ainda provocar a formação de torrões, propriedade não desejável que ocorre com armazenamento mal feito e que prejudica a sua utilização. Em atmosferas saturadas de umidade os açúcares se tornam facilmente hidratados, convém sempre secá-los em estufa antes de usá-los. Os açúcares são mais higroscópicos quanto menor for o tamanho dos cristais devido à maior superfície de contato. O açúcar refinado é mais fácil de hidratar do que o açúcar cristal (JESUS, 2010).

A cana-de-açúcar, como todo organismo vivo, possui uma microflora característica distribuída tanto no sistema vascular como em sua camada periférica. Grande parte dessa microflora bacteriana se mistura com o caldo bruto da cana de açúcar no momento da moagem da cana de açúcar. O número total de bactérias presentes no caldo bruto de cana-de-açúcar pode ser aumentado sensivelmente tanto por períodos prolongados entre o corte e a moagem da planta como pela falta de desinfecção na moenda, filtros, bombas e tubulações que entram em contato direto com o referido material e quantidade de detritos que chegam aderidos à cana (EVANGELISTA, 2000).

### **2.3.1 Microrganismos indicadores**

Microrganismos indicadores são organismos que quando presentes em um alimento podem dar indícios sobre a ocorrência de contaminação fecal, sobre a presença de patógenos ou sobre o aceleramento da deterioração do alimento, dando indicativos de condições sanitárias insatisfatórias durante o seu processamento, armazenamento ou uso de matéria prima contaminada. (SILVA, 2002)

Testes para organismos indicadores podem ser usados para avaliar também a qualidade microbiológica ou segurança quando há uma relação entre a ocorrência de um organismo indicador e a provável presença de um patógeno ou toxina for

estabelecida. Para detecção de microrganismos indicadores podem ser feitas contagens padrão de mesófilos, contagem de psicotróficos, contagem de bolores e leveduras, contagem de coliformes totais e termotolerantes (CUNHA, 2006).

### **2.3.1.1 Contagem de Bolores e Leveduras**

Os fungos são divididos em bolores e leveduras, são microrganismos altamente distribuídos no meio ambiente e podem ser encontrados como parte normal da microbiota de um produto alimentício, devido assepsia inadequada dos equipamentos, ou como um contaminante do próprio ar (FERMENTEC, 2006).

Apesar de certas leveduras e bolores serem 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. São pouco exigente em relação á Aa, ph, temperatura e nutrientes. Como são em quase na sua totalidade aeróbios, o seu desenvolvimento limita-se à superfície de contato com o ar (FRANCO & LANDGRAF, 2006).

Podem utilizar vários substratos como pectinas e outros carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas e lipídeos. Apesar das leveduras consideradas proteolíticas, de uma maneira geral, estudos recentes tem mostrado que algumas são capazes de hidrolisar uma parte de materiais proteináceos. Podem causar problemas devido à síntese de metabólitos tóxicos, resistência ao calor, congelamentos, antibióticos ou irradiação, capacidade de alterar o sabor de substratos. Também podem causar a perda ou modificações de odores e sabores dos alimentos, bem com de descolorir a superfície dos mesmos (FERMENTEC, 2006).

### **2.3.1.2 Contagem Padrão de Mesófilos**

Mesófilas são bactérias que possuem um crescimento ótimo em temperaturas variando entre 25° C E 40° C, coincidindo com a temperatura mais comum na superfície da Terra e com a temperatura dos organismos (SILVA, et al. 2007).



A contagem de mesófilas é usada para indicar a qualidade sanitária dos alimentos. Mesmo na ausência dos patógenos e da não alteração do alimento, um grande número desse microrganismo indica que o alimento é insalubre. Todas as bactérias de origem alimentar patogênicas são mesófilas (FRANCO & LANDGRAF, 2006).

### **2.3.1.3 Contagem padrão para bactérias Lácticas**

São bactérias gram-positivas, não esporogênicas que, com frequência, apresentam colônias pequenas e apigmentadas. Algumas bactérias ácido-láticas crescendo em meio sólido com sacarose consegue produzir grandes quantidades de polissacarídeos e, em consequência, produzem colônias grandes, translúcidas (compostas principalmente dos polissacarídeos excretados). São bactérias acidófilas, toleram baixos valores de pH (EVANGELISTA, 2000).

Suas características fisiológicas são semelhantes, a maioria é termodúrica, sobrevivendo a processos de esterilização. Possuem a capacidade biossintética limitada, portanto, requerem complexos fatores de crescimento, como vitaminas do complexo B, purinas, pirimidinas e aminoácidos. São bactérias que fermentam carboidratos produzindo ácido láctico como resultado final da fermentação, podem ser homo ou hetero fermentativos, devido a essa característica são bem úteis na produção de alimentos, mas podem causar sua deterioração, não patogênicas (JAY, 2005).

### **2.3.2 Bioaerossóis**

Microrganismos podem ser transportados pelo ar; bactérias, fungos e vírus, por longas distâncias. A água se evapora e as bactérias na forma de bioaerossóis juntamente com massas de ar podem ser transportadas por longas distâncias, a presença de microrganismos no ar depende de alguns fatores, como temperatura e umidade. As mudanças bruscas de temperatura e umidade relativa do ar e radiação ultravioleta apresentam efeitos na quantidade de microrganismo no ar (DIONISIO, 2006).

O monitoramento da qualidade microbiológica do ar, é recomendada para implementação da ISO 22000, uma norma internacional que define os requisitos de um sistema de gestão de segurança alimentar. Na cadeia produtora do açúcar, os principais locais a serem examinados são armazém e a sala de ensaque (FERMENTEC, 2011).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar as influências das técnicas de colheita da cana de açúcar na qualidade microbiológica do açúcar produzido.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Comparar a qualidade microbiológica do açúcar cristal obtido a partir de cana de açúcar submetida à colheita manual e mecanizada.

Verificar os níveis de contaminação de mesófilos totais, bolores e leveduras e bactérias lácticas de amostras de açúcar

Avaliar se a qualidade microbiológica do açúcar produzido está de acordo com os padrões nacionais e internacionais .

Fazer análise na qualidade microbiológica do ar do local de envase do açúcar.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Amostragem e colheita das amostras**

As coletas das amostras de açúcar foram feitas em uma usina no município, Anicuns - Go em um período de 6 meses, de março a agosto de 2012, totalizando 12 amostras. Todos os meses foram coletados dois tipos de amostras, um proveniente de cana colhida manualmente e outro de cana colhida de maneira mecanizada. A coleta foi conduzida após o processamento do açúcar, antes do envase. Coletou-se 200 gramas de açúcar em bolsas esterilizadas, respeitando os métodos de assepsia. As amostras foram levadas para o laboratório da própria Usina, para análises microbiológicas, que foram feitas de acordo que eram coletadas. Também foi feita a análise da qualidade microbiológica do ar, utilizando placa de petri, que foram expostas por um período de cinco minutos.

### **4.2 Análises microbiológicas**

#### **4.2.1 Contagem Padrão de Mesófilos**

No preparo do meio de cultura Plate Count Agar (PCA), pesou-se 2 x 2,35g de PCA para 100ml de água destilada. Esterilizou-se a 121°C por 15 minutos. Foi preparado em frascos de vidro com boca larga com capacidade de 250 ml. Quando o meio atingiu a temperatura de 45°C adicionou-se 1ml de solução de actidione 1%.para inibir o crescimento de leveduras e bolores. Inoculação: Em capela de Fluxo Laminar, foi adicionado uma alíquota de 100 mL da “amostra I” no frasco contendo 100 ml do meio PCA com dupla concentração( o meio em temperatura de 45°C com actidione). Homogeneizou-se e distribuiu em 10 placas de Petri descartáveis esterilizadas (aproximadamente 20ml por placa). Aguardou-se a solidificação do meio. Incubou-se as placas na posição invertida por 48h á 36 ± 1°C. Após incubação foi contada todas as colônias das 10 placas e os dados foram expressos em UFC/10g de açúcar.

#### **4.2.2 Método para contagem de Bolores e Leveduras**

Foi preparado o meio de cultura PDA (Potato Dextrose Agar). Pesou-se 2x 3,9g (conforme descrito no frasco do fornecedor) de PDA para 100ml de água destilada. Esterilizou-se a 121°C por 15 minutos. Foi preparado em frasco de vidro com boca larga com capacidade de 250mL. Quando o meio estava na temperatura de 45°C foi adicionado 1ml de solução de Cloranfenicol á 1% ou 1ml de solução de tetraciclina á 1%. ( inibe o crescimento de bactéria). Inoculação: Em capela de Fluxo Laminar, adicionou-se uma alíquota de 100 mL da “amostra I” no frasco contendo 100ml do meio PDA com dupla concentração(o meio em temperatura de 45°C). Homogeneizou-se e distribuiu em 10 placas de Petri descartáveis estéreis. (aproximadamente 20ml por placa). Aguardou-se a solidificação do meio. As placas foram incubadas em posição invertida de 3 á 5 dias á 30 ± 2°C. Após incubação contou-se todas as colônias das 10 placas e expressou-se os resultados em UFC/10g de açúcar de Fungos totais (Bolores e Leveduras).

#### **4.2.3 Contagem de Bactérias Lácticas**

Verificou-se a quantidade do reagente conforme pedido do fabricante do meio MRS para 1000 ml de água destilada esterilizada. Pesou-se 10 gramas de amostra de açúcar. Completou-se para 100 gramas com água destilada esterilizada; Colocou-se 2 ml da amostra já diluída na placa (diluições pura, 10<sup>-1</sup> e 10<sup>-2</sup>) Acrescentou-se 1 ml de actidione para inibir o crescimento de leveduras e bolores; Verte o meio MRS. Deixou-se por 48 horas na estufa microbiológica à temperatura de 37 a 40°C . Após a incubação foi feita a contagem multiplicando o número de colônias contadas pelo fator cinco para que se tenha UFC/10gr.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises feitas foram relacionados a padrões nacionais e internacionais de controle de qualidade do açúcar. Foi utilizado para comparação o padrão estabelecido pela ANVISA e o padrão internacional estabelecido pela International Commission for Uniform Methods of Sugar (IMCUSA), e da National Cannery Association.

### 5.1 Contagem Padrão de Mesófilos

Existem padrões microbiológicos que regulamentam a qualidade microbiológica do açúcar em relação à presença de mesófilas, porém cada empresa pode estar criando os seus padrões internos de qualidade, com a finalidade de satisfazer a necessidade de seus clientes, contudo esses padrões não devem ultrapassar os limites aceitáveis estabelecidos pelos órgãos regulamentadores para a presença do microrganismo em questão.

Em relação às análises para contagem de mesófilas totais feitas na cana de açúcar colhida de forma manual o resultado obtido em março foi de 210 UFC/10g, Abril 213 UFC/10gr, maio 200 UFC/10gr, junho 65 UFC/10gr, julho 100 UFC/10gr, agosto 200 UFC/10gr, que pode ser observado na Figura 02.

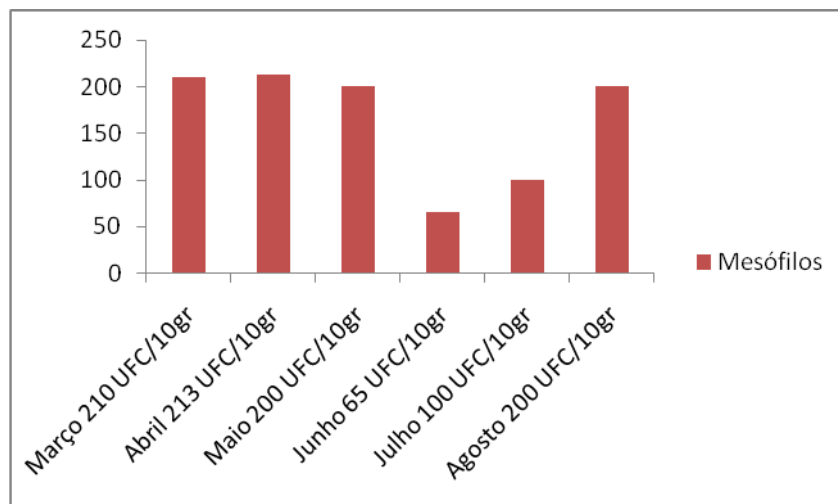


FIGURA 02 - Resultados de Contagem Padrão de Mesófilos obtidas em amostras de açúcar provenientes de colheita de cana de forma manual

O alto nível de contaminação por bactérias lácticas podem indicar um processo de sanitização insatisfatório ou contaminação da matéria prima.

A Figura 3 mostra os resultados, obtidos nas análises realizadas no açúcar onde a cana foi colhida de forma mecanizada o resultado foram os seguintes, para mesófilas totais em março foram de 50 UFC/10gr, abril 35 UFC/10gr, maio 15 UFC/10gr, junho 25 UFC/10gr, julho 15 UFC/10gr, agosto 31 UFC/10gr. Sendo que todos os lotes atingiram o padrão de qualidade internacional estabelecido pela IMCUSA, que tem o seu limite para mesófilas totais de 200 UFC/10gr. Os resultados obtidos também se enquadram nos padrões microbiológicos National Canners Association, que estipula um limite de 50 UFC/10gr, podendo ser comercializado no mercado nacional e internacional.

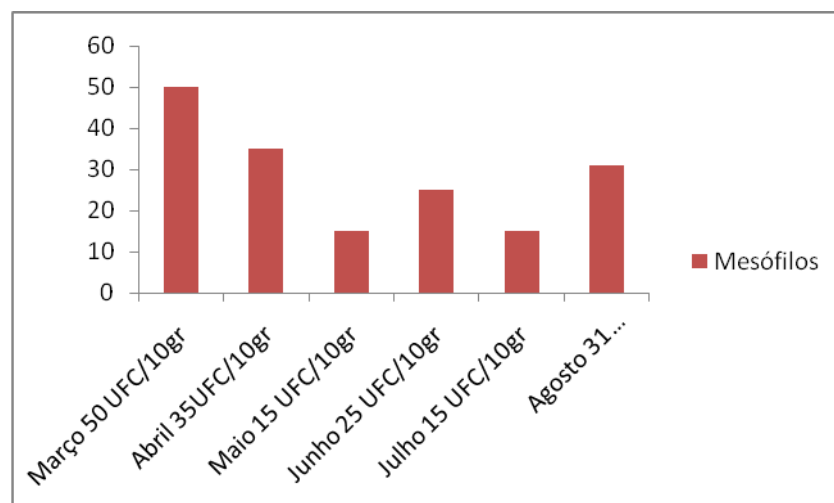


FIGURA 03 - Resultados de contagem Padrão de mesófilos obtidas de açúcar proveniente de colheita de cana colhida de maneira mecanizada

A Figura 4 mostra que existe um nível maior de contaminação, nos testes microbiológicos realizados no açúcar produzido por cana colhida de forma manual, nesse tipo de colheita, a cana cortada pode ficar no campo até 48 horas em contato direto com o solo, antes de ser levada para a produção de açúcar, podendo ser observado que ela chega na usina com uma quantidade superior de partículas de solo aderida em relação a cana colhida de forma mecanizada.



Estudos feitos no solo de indústrias produtoras de açúcar sugeriram que o solo tem sido a principal via de entrada desses contaminantes microbiológicos para dentro das usinas produtoras de açúcar.

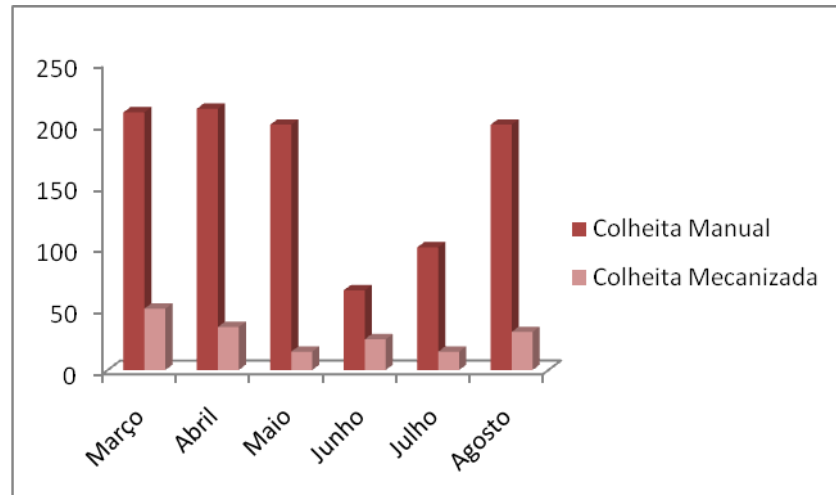


FIGURA 04 – Comparação entre os níveis de contaminação por mesófilos totais em amostras de açúcar provenientes de cana de açúcar de colheita manual e colheita mecanizada

## 5.2 Contagem de Bolores e Leveduras

Existem órgãos que regulamentam a quantidade de fungos totais permitidos no açúcar, porém as empresas podem estar criando seus próprios padrões, para se adequarem as necessidades de seus clientes.

Os resultados obtidos nas análises para fungos totais nas amostras de açúcar cristal, obtido de cana proveniente de colheita manual encontram-se na figura 5, março 20UFC/10gr, abril 9UFC/10gr, maio 11UFC/10gr, junho 10UFC/10gr, julho 21UFC/10gr, agosto 7 UFC/10gr. Os lotes analisados em março, maio e junho foram reprovados pelos parâmetros estabelecidos pela IMCUSA, onde o limite é de 10UFC/10g, em estudo realizado por JESUS (2010), em açúcar mascavo, foram feitas análises em cinco lotes de açúcar de diferentes marcas, nenhum lote analisado atendeu as exigências estabelecidas pelos padrões IMCUSA.

Os resultados das análises para fungos totais feito em cana colhida de forma mecanizada encontram-se na figura 6, março 1UFC/10gr, abril 0UFC/10gr, maio 9UFC/10gr, junho 7UFC/10gr, julho 9UFC/10gr, agosto 1UFC/10gr, todos os lotes

estão de acordo com os parâmetros da IMCUSA que estabelece o critério de no máximo 10UFC/10gr.

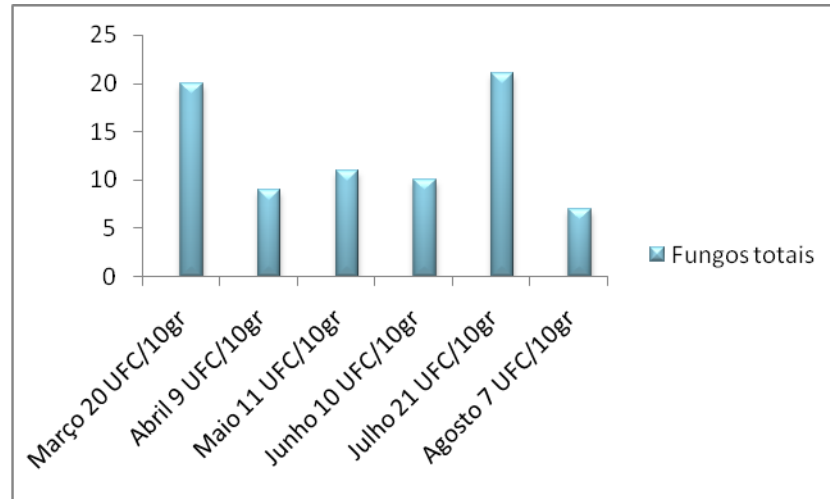


FIGURA 5 - Resultado de contagem padrão de fungos totais em açúcar produzido com cana proveniente da colheita manual

Tanto o açúcar produzido por cana colhida de forma mecanizada como de maneira manual apresentaram uma baixa quantidade de fungos totais, fato que pode estar relacionado ao baixo teor de umidade que o açúcar apresenta, porém o açúcar que é produzido com cana de açúcar colhida de forma mecanizada apresentou novamente teor de contaminação inferior ao da cana colhida de maneira manual podendo ser observado na figura 7, fato que pode estar relacionado com o uso matéria prima contaminada ou relacionada com o manuseio inadequado do açúcar durante a sua cadeia de produção, ou ao fato dos fungos estarem amplamente distribuídos em todos os ambientes.

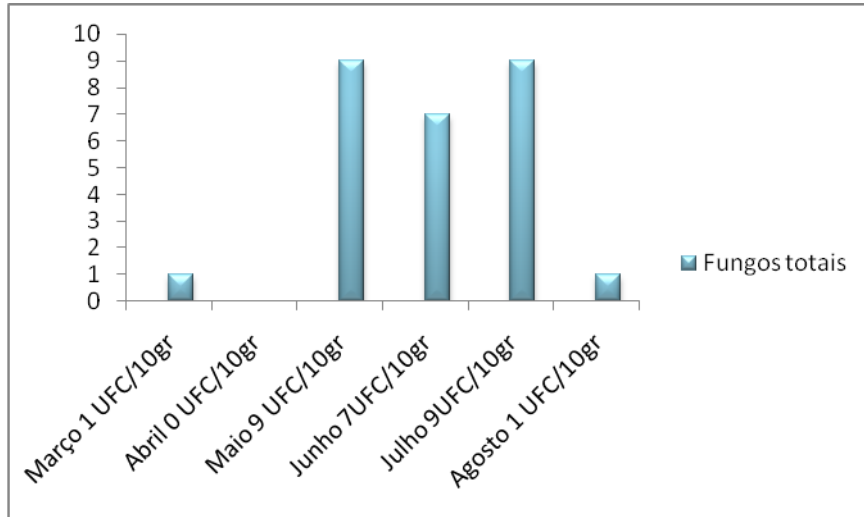


FIGURA 6 - Resultado de contagem padrão de fungos totais em açúcar produzido com cana proveniente da colheita mecanizada

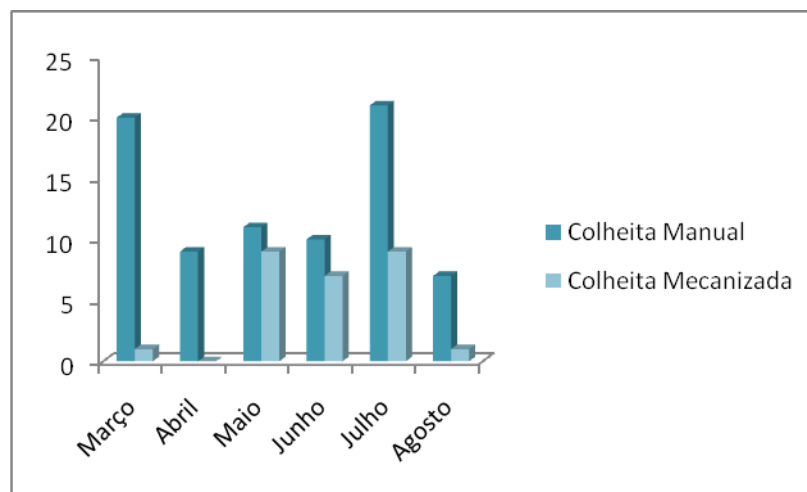


FIGURA 7 - Comparação entre os níveis de contaminação por fungos totais em amostras de açúcar provenientes de cana de colheita manual e colheita mecanizada

### 5.3 Contagem de bactérias lácticas

Os resultados obtidos nas análises para detecção de bactérias lácticas totais, no açúcar produzido por cana colhida de forma manual estão dispostos na Figura 8, março 10UFC/10gr, abril 5UFC/10gr, maio 0UFC/10gr, junho 10UFC/10gr, julho 0UFC/10gr e agosto 0UFC/10gr.

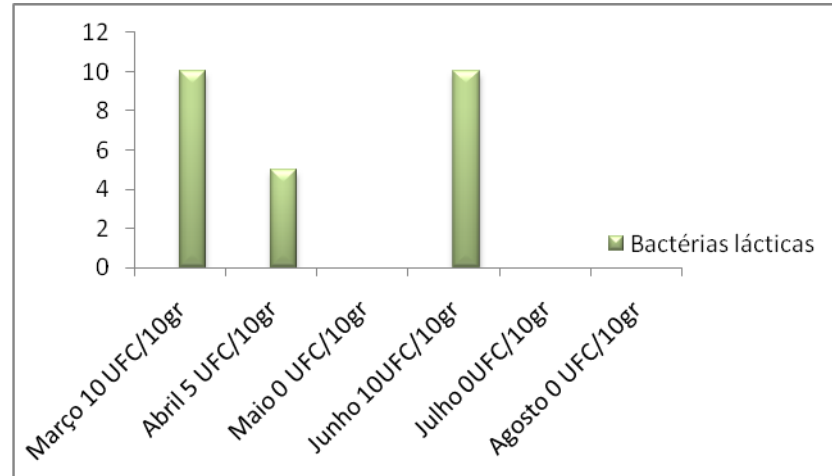


FIGURA 8 - Resultados de contagem padrão de bactérias lácticas totais em açúcar produzido com cana proveniente da colheita manual

Os lotes analisados em maio, junho, julho e agosto estão de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos pela Buckman onde os resultados das análises para bactérias lácticas deve ser ausentes, somente os lotes de julho e agosto foram aprovados, os resultados obtidos para o açúcar produzida por cana de açúcar produzido de maneira mecanizada estão na figura 9, março 0UFC/10gr, abril 5UFC/10gr, maio 0UFC/10gr, junho 0UFC/10gr, julho 0UFC/10gr, agosto 5UFC/10gr.

Os lotes analisados nos meses março, maio, junho julho atenderam os parâmetros estipulados pela Buckman, todos os outros foram reprovados, evidenciando uma contaminação elevada nos dois tipos de colheitas, porém um contaminação maior nos lotes produzidos por cana colhida de forma manual, dados disponibilizados na Figura 10.

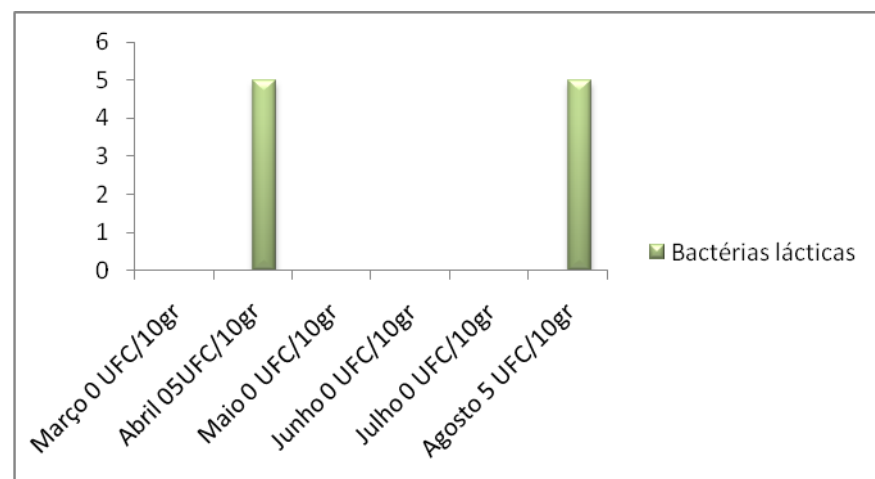


FIGURA 9 - Resultados de contagem padrão de bactérias lácticas totais feitas em açúcar proveniente de cana colhida de maneira mecanizada

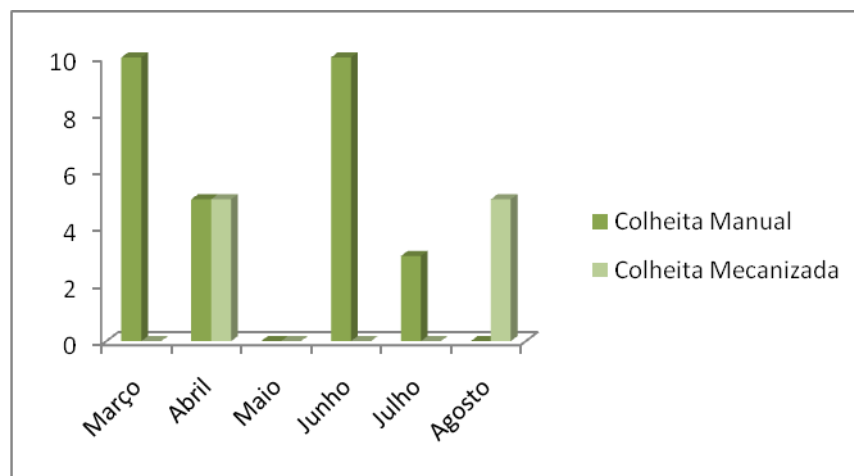


FIGURA 10- Comparação entre os níveis de contaminação do açúcar por bactérias lácticas totais em amostras de açúcar produzido com cana proveniente de colheita manual e colheita mecanizada

As indústrias compradoras de açúcar possuem alguns critérios de qualidade microbiológicos que são formulados de acordo com a sua própria necessidade, fabricas de refrigerantes necessitam que as análises feitas para bactérias lácticas apresentem resultados ausentes, pois a presença desse microrganismo pode alterar o sabor e a viscosidade do produto, porém esse açúcar pode estar sendo comprado por fabricantes de balas, pois a presença mínima desse microrganismo não afetara de forma brusca a qualidade desse produto.

#### 5.4 Avaliação da qualidade microbiológica do ar

Na análise para detecção de mesófilas totais realizada no armazém, local onde o açúcar é envasado, resultado foi de 46UFC, para mesófilos totais e para detecção de fungos o resultado foi de 1UFC, dados dispostos na figura11.

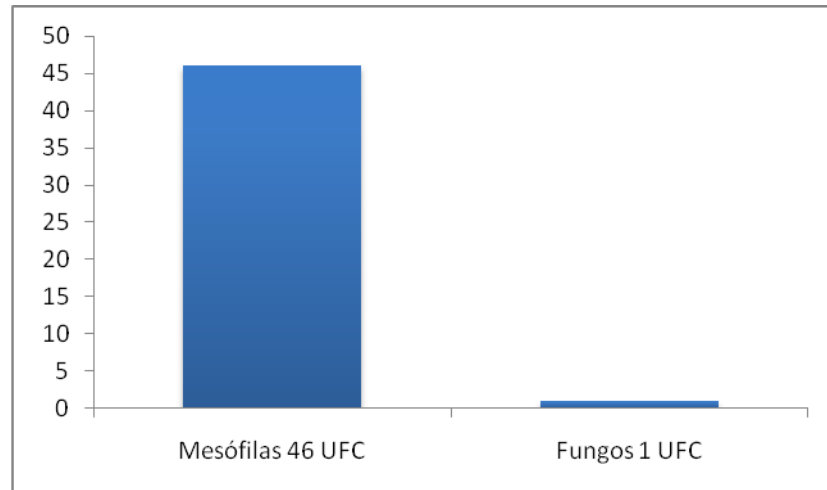


FIGURA 11 - Avaliação da qualidade microbiológica do ar

Os resultados são relativamente baixos, porém nesse caso os dados devem ser analisados levando em consideração o tipo de metodologia adotada para a análise. Foi feita um tipo de coleta passiva por deposição de microrganismos em placa de Petri, nesse tipo de coleta alguns fatores devem ser levados em consideração como; ação da gravidade, tamanho das partículas, fluxo de ar, tempo de exposição, esse tipo de teste é considerado qualitativo, pois apresenta dificuldades para apresentar dados quantitativos.

## 6.CONCLUSÕES

O açúcar proveniente de cana colhida de forma mecanizada apresentou qualidade microbiológica superior em todas as análises ao açúcar obtido de colheita manual.

Nas contagens de mesófilos nenhuma das amostras de açúcar oriundo da cana colhida de forma manual atendeu os padrões estabelecidos pela National Cannery Association, os lotes de maio junho, julho e agosto atenderam os padrões estabelecidos pela ICUMSA.

Nas contagens de fungos totais, no açúcar produzido com cana colhida de forma mecanizada todos os lotes atenderam os padrões microbiológicos estabelecidos pela ICUMSA. No açúcar proveniente de cana colhida de forma manual, as amostras analisadas nos meses de março, maio e junho não atenderam os padrões microbiológicos estabelecidos pela ICUMSA.

Para contagem padrão de bactérias lácticas, em amostras de açúcar produzidas a partir de cana colhida de maneira mecanizada quatro lotes foram aprovados pelos padrões microbiológicos estabelecidos pela BUCKMAN, e na cana colhida de forma manual apenas três atingiram esse padrão.

O resultado obtido na avaliação da qualidade microbiológica do ar apresentou pequena concentração de microrganismos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F.M. **Processos de fabricação do açúcar**. 3 ed. Recife: Universitária, 2011.

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

ANVISA. **Habilitação para laboratórios de microbiologia**. 2006. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/reblas/eurachem/index.htm>>. Acesso em: 21 de agosto de 2012.

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

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIERA. **Manual de métodos, microbiologia da fermentação**. Piracicaba: 2007.

CIB. **Guia da cana de açúcar**. 2009. Disponível em:< <http://cib.org.br/>>. Acesso em 10 de agosto de 2012.

CONAB. Cana de açúcar. Brasília, 2011. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em 25 de outubro de 2012.

CONAB. **Perfil do setor do açúcar e álcool no Brasil**.2010. Disponível em: < [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/JUNHO\\_2012/Publicacoes/Perfil%20Sucroalcooleiro%20-%20safra%202009->](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/JUNHO_2012/Publicacoes/Perfil%20Sucroalcooleiro%20-%20safra%202009->)>. Acesso em 13 de outubro de 2012.

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

COSTA. M.C. Conservação da polpa de cupuaçu, por métodos combinados com emprego da tecnologia de obstáculos. 2002. Tese (Tecnologia de alimentos)\_ Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2002.

CUNHA. M. A. **Métodos de detecção de microrganismos indicadores**. Saúde e Ambiente. Duque de Caxias, v.1, n.1, 2006.

DEPARTAMENTO DA CANA DE AÇUCAR E AGROENERGIA. **Açúcar e álcool no Brasil**. 2002. Disponível em.....

DIONISIO. J. A. Riscos biológicos na estação de tratamento de esgoto de Belém. Monografia (Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.



EVANGELISTA, J. **Tecnologia dos Alimentos**, 2ª edição – São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

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

FILHO. J. R; SANTOS. J. L; MELLO. S. C.R.P; CASTAGONIA.A .A. manual de boas práticas de fabricação. Programa rio rural. Niterói, 2010.

FRANCO.B.D.G.M; LADRAF. M. **microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2006. 182p.

INMETRO – *Açúcar*, in Programa de Análise de Produtos - Produtos Analisados, divulgado em 12/05/1999, Internet, disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/acucar.asp> - acesso em julho de 2012.

JAY. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 71p.

JESUS, Daniele, Almeida. Qualidade microbiológica de açúcar mascavo. Dissertação (mestrado em tecnologia e Ciências). Universidade de São Paulo “Luiz de Queiroz”. Piracicaba 2010

LIMA. P. S; SERRANO.N. F. G; LIMA. A.W. O; SOUZA. C.P. **Presença de microrganismos indicadores de qualidade em farinha e goma de mandioca**. APS, São Paulo, v10, n.1 p.14-19, 2007.

OLIVEIRA, M., C. Controle microbiológico do açúcar cristal. Monografia (graduação em ciências biológicas). Faculdades integradas Fafibe. Bebedouro 2010.

PARANHOS. S. B. Cana de açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargil, 1987. V.1, 431.

SILVA. M. C. Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema Simplate. 2002. Tese (Tecnologia de alimentos). Universidade de São Paulo.

SILVA, N; JUNQUEIRA.V. C. A ; SILVEIRA. N. F. A; TANIWAKI. M. A; SANTOS. R. F. S; Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. 3. Ed. São Paulo: varela, 2007. 53p.

SUGARCANE, **A tecnologia da produção da cana de açúcar**. São Paulo, 2011.

RODRIGUES. E; GROOTENBER. S. C; MELLO.S.C.R.P; CASTAGONIA. A. A. **Manual de boas práticas de fabricação**. Programa rio rural. Niterói, 2010.