



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SUJIDADES EM MELADO  
DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**JHÉSSICA SAMARA ABREU HOLSBACH SILVA BELÉ**

**ARARAS  
2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SUJIDADES EM MELADO  
DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**JHÉSSICA SAMARA ABREU HOLSBACH SILVA BELÉ**

**ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI  
COORIENTADOR: PROF. Dr. VALDINEI LUIS BELINI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL.

ARARAS

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

---

Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Jhêssica Samara Abreu Holsbach Silva Belé, realizada em 05/02/2019:

---

Profa. Dra. Marta Regina Verruma Bernardi  
UFSCar

---

Profa. Dra. Vanda Renata Reis  
UNAR

---

Prof. Dr. André Eduardo de Souza Belluco  
UFSCar

ABREU HOLSBACH SILVA BELÉ, JHÉSSICA SAMARA

ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SUJIDADES EM  
MELADO DE CANA-DE-AÇÚCAR / JHÉSSICA SAMARA ABREU  
HOLSBACH SILVA BELÉ. -- 2019.

80 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus  
Araras, Araras

Orientador: MARTA REGINA VERRUMA BERNARDI

Banca examinadora: Marta Regina Verruma Bernardi, Vanda Renata Reis,  
André Eduardo de Souza Belluco.

Bibliografia

1. Melado de cana. 2. Segurança alimentar. 3. Qualidade microbiológica.  
I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Helena Sachi do Amaral – CRB/8 7083

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida e por ter me permitido e me dado forças para chegar até aqui.

Ao meu marido Geovane Belé por todo o apoio e carinho.

Aos meus pais em especial a minha mãe Donatila Salete pelos conselhos e por toda a ajuda.

À minha orientadora Profa. Marta Regina Verruma Bernardi pela oportunidade, orientação e amizade.

Ao meu coorientador Prof. Valdinei Luis Belini pela orientação e paciência.

A toda minha família, em especial ao meu irmão Jheferson Luan pela força.

Aos Laboratórios LAMAM, LAST e Laboratório de Microdestilaria de Álcool e Aguardente (UFSCar/CCA) pela contribuição com os materiais utilizados e a orientação de seus técnicos.

Ao Laboratório de Alimentos e Nutrição da Esalq/Piracicaba-SP pela ajuda e contribuição com as análises.

A todos os meus amigos e colegas que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui, em especial a minha amiga Juliana Vizú que me apresentou o programa e me ajudou durante toda a jornada e a minha amiga e companheira de pesquisa Carolina Medeiros Vicentini Polette por toda a ajuda e amizade.

A todos que de alguma forma me ajudaram a concluir essa etapa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida durante o período.

Obrigada!

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. História da cana-de-açúcar no Brasil.....	4
2.2. O impacto da cana-de-açúcar e de seus derivados na economia brasileira.....	5
2.3. Agricultura familiar e agroecologia.....	7
2.4. Qualidade dos produtos artesanais e a importância da agroindústria familiar.....	10
2.5. Definição e características do melado.....	15
2.5.1. Características microbiológicas do melado.....	16
2.5.1.1. Microrganismos de interesse na pesquisa do melado.....	17
2.5.2. Características microscópicas do melado.....	20
2.6. Elaboração do melado.....	25
2.7. Umidade e atividade de água ( $A_w$ ).....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1. Matéria-prima.....	31
3.2. Análises microbiológicas.....	31
3.3. Análise do teor de umidade.....	36
3.4. Análise de atividade de água ( $A_w$ ).....	36
3.5. Análise de matérias estranhas.....	37
3.6. Análise dos resultados.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1. Análises microbiológicas.....	40
4.2. Análise de umidade e atividade de água.....	46
4.3. Análise de matérias estranhas.....	49
5 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Temperaturas e concentração de sólidos solúveis da massa (xarope) para os produtos.....	27
<b>Tabela 2.</b> Informações referentes as 15 marcas de melado adquiridas para análise.....	31
<b>Tabela 3.</b> Valores de referência dos padrões microbiológicos utilizados para açúcares.....	40
<b>Tabela 4.</b> Resultados das análises de bactérias mesófilas aeróbias totais e bolores e leveduras em 15 amostras comerciais de melado de cana-de-açúcar.....	41
<b>Tabela 5.</b> Resultados obtidos na determinação da umidade e atividade de água ( $A_w$ ) de 15 marcas comerciais de melado de cana-de-açúcar.....	47
<b>Tabela 6.</b> Ocorrências de matérias estranhas (sujidades) nas marcas de melado de cana-de-açúcar.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Exemplo de pelo de roedor com aumento de 200×.....	21
<b>Figura 2.</b> Exemplos de insetos e fragmentos de insetos em aumento de 20 e 40×.....	22
<b>Figura 3.</b> Exemplos de fragmentos de vidro com aumento de 20×.....	23
<b>Figura 4.</b> Processos de produção de açúcar mascavo, rapadura e melado...	25
<b>Figura 5.</b> Esquema geral de análise para contagem total de aeróbios mesófilos em alimentos usando o método de plaqueamento APHA 08:2015.	33
<b>Figura 6.</b> Esquema geral de análise para contagem de bolores e leveduras em alimentos pelo método de plaqueamento APHA 21:2015.....	34
<b>Figura 7.</b> Esquema de análise para contagem de esporos de termófilos aeróbios totais e <i>flat saur</i> em alimentos pelo método APHA 26:2015.....	36
<b>Figura 8.</b> Imagem ilustrativa do aparelho utilizado para mensuração da atividade de água.....	37
<b>Figura 9.</b> Metodologia da análise de matérias estranhas. 1. Pesagem da amostra de melado (10 g); 2. Acidificação da amostra de melado diluída com 2 mL de ácido nítrico (HNO <sub>3</sub> ); 3. Amostras de melado acidificadas e prontas para serem filtradas; 4. Amostras de melado (triplicatas, H1, H2, H3); 5. Filtração a vácuo em funil de <i>Buchner</i> com papel filtro; 6. Sedimentos depositados após a filtração.....	38
<b>Figura 10.</b> Análise dos sedimentos presentes no papel filtro após filtração e secagem. 1 e 2. Papel filtro contendo sedimentos filtrados após secagem em estufa a 105°C. 3. Observação dos sedimentos no microscópio. 4. Microscópio óptico de transmissão. 5. Observação dos sedimentos com objetiva de 10×. 6. Imagem observada durante a análise por meio do programa de captura de imagens Motic images <i>plus</i> 2.0.....	39

**Figura 11.** Fotos de objetos estranhos visualizados em amostras de melado de cana-de-açúcar pelo uso de microscópio óptico em campo claro (objetiva de 10×): fragmentos de insetos (a, b, c), partículas carbonizadas (d, e), objetos não identificados (f, g, h)..... 49

## **ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SUJIDADES EM MELADO DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**Autor: JHÉSSICA SAMARA ABREU HOLSBACH SILVA BELÉ**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MARTA REGINA VERRUMA BERNARDI**

**Coorientador: Prof. Dr. VALDINEI LUIS BELINI**

### **RESUMO**

O melado é definido como o produto obtido pela concentração do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ou a partir da rapadura derretida. O melado tem boa aceitação no mercado brasileiro podendo ser utilizado como adoçante em substituição ao açúcar refinado, além de conter importantes minerais. No entanto, as normas específicas existentes são insuficientes para avaliar precisamente a qualidade deste produto. Neste contexto, 15 marcas comerciais de melado de cana-de-açúcar foram analisadas com base em propriedades microbiológicas, umidade, atividade de água e matérias estranhas. Todas as marcas apresentaram ausência de coliformes totais e *Escherichia coli*, enquanto cinco marcas apresentaram contaminação por bactérias mesófilas, bolores e leveduras. Em relação à contagem de bactérias termófilas *flat-sour* três marcas apresentaram contaminação, porém dentro do máximo permitido pelas legislações. A umidade variou de 9 a 26,1%, indicando que não há padronização entre as amostras analisadas. Em relação à atividade de água, os resultados variaram de 0,63 a 0,74. A análise de matérias estranhas, conduzida sob microscopia óptica de transmissão, revelou que 14 (93%) marcas continham algum tipo de material estranho, sendo que apenas uma marca (M) atendeu aos padrões. A norma nacional vigente (RDC nº 12/2001) não contém informações suficientes para analisar a qualidade do melado, sendo necessária, portanto, uma atualização para que o melado tenha um padrão de qualidade e possa ser consumido com mais segurança.

## **ANALYSIS OF MICROBIOLOGICAL QUALITY AND FILTH IN SUGARCANE SYRUP**

**Author: JHÉSSICA SAMARA ABREU HOLSBACH SILVA BELÉ**

**Adviser: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI**

**Co-adviser: Prof. Dr. VALDINEI LUIS BELINI**

### **ABSTRACT**

Sugarcane syrup is defined as the product obtained by the concentration of sugarcane juice (*Saccharum officinarum* L.) or from melted sugarcane. The sugar cane syrup have good acceptance in the Brazilian market and can be used as a sweetener replacing refined sugar, besides containing important minerals. However, the existing specific standards are insufficient to accurately assess the quality of this product. In this context, 15 commercial brands of sugarcane syrup were analyzed based on microbiological properties, moisture, water activity and foreign matter. All brands showed absence of total coliforms and *Escherichia coli*, while five brands showed contamination by mesophilic bacteria, molds and yeasts. In relation to the count of thermophilic bacteria flat-sour three marks showed contamination, however within the maximum allowed by the legislations. Humidity ranged from 9 to 26.1%, indicating that there was no standardization among the samples analyzed. In relation to water activity, the results ranged from 0.63 to 0.74. The analysis matter strange, conducted under light transmission microscopy, revealed that 14 (93%) brands contained some kind of foreign material, with only one brand (M) meeting the standards. The current national standard (RDC n<sup>o</sup>. 12/2001) does not contain enough information to analyze the quality of syrup, so an update is necessary to ensure that this product has a quality standard and can be consumed safely.

## 1 INTRODUÇÃO

Padrões tradicionais de alimentação e o consumo de alimentos *in natura* ou minimamente processados, desenvolvidos e transmitidos ao longo de gerações, são fontes essenciais de conhecimentos que promovem a alimentação adequada e saudável (BRASIL, 2014a). Além de fatores nutricionais e sensoriais uma alimentação saudável tem relação direta com a qualidade dos alimentos, principalmente no que diz respeito à contaminação.

A qualidade microbiológica é fundamental na produção de alimentos e bebidas e, normalmente, é considerada como grau de excelência do produto. Microrganismos presentes no ambiente de fabricação de açúcares, por exemplo, tais como bactérias, fungos filamentosos e leveduras, devem ser estudados e monitorados, pois podem afetar a qualidade do produto e proporcionar, além de perdas na produção, perigo à saúde devido a doenças causadas por alguns microrganismos (CARVALHO, 2010).

Entre os alimentos tradicionais muito utilizados na alimentação humana encontram-se os derivados da cana-de-açúcar como o açúcar mascavo, a rapadura e o melado.

O melado é um produto obtido pela concentração do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ou a partir da rapadura derretida e apresenta como características sensoriais o aspecto líquido xaroposo e denso (viscoso) de cor amarelo-âmbar, com cheiro próprio e gosto doce. No entanto, este termo não pode ser confundido com melaço, um subproduto resultante da produção do açúcar cristal (BRASIL, 2005a).

O melado é um alimento que pode ser utilizado como adoçante em substituição ao açúcar refinado em receitas culinárias, bem como ser consumido puro ou em misturas com vários tipos de queijo, com farinha, com biscoitos, bolos ou ainda servido com inhame ou mandioca. Há também sugestões de uso para a alimentação animal (CHAVES et al., 2003).

A produção do melado no Brasil é um processo agroindustrial, tradicional ou artesanal, sendo disponibilizado no mercado de forma industrializada, natural e orgânica (BRAUN, 2015). Para pequenos produtores rurais, o melado é uma forma lucrativa de beneficiar a cana-de-açúcar, sendo obtido quase

sempre de forma artesanal e em pequenas quantidades, envolvendo equipamentos acessíveis e mão-de-obra familiar, porém muitas vezes não são adotados procedimentos de higienização do caldo e controle de qualidade no processo de produção (DELGADO; DELGADO, 1999).

Segundo Chaves et al. (2003), dentre os problemas mais comuns que afetam a qualidade do açúcar mascavo, do melado e da rapadura encontram-se a presença de fragmentos ou de insetos inteiros, de pelos de animais, de terra, níveis excessivos de coliformes totais e fecais e de fungos e leveduras, refletindo a falta de higiene e de cuidados durante o processo de produção.

Neste contexto, o melado muitas vezes é produzido por meio de técnicas não padronizadas que podem expor o produto final à contaminação química e/ou microbiológica. Como exemplo, cita-se a falta de tecnologia e equipamentos adequados para remover determinadas impurezas tais como areia e terra que podem estar presentes no caldo da cana no momento da moagem, principalmente nas pequenas instalações de produção artesanal onde não se dispõem de um processo adequado para a lavagem da cana com água potável, por exemplo (BRAUN, 2015).

Entretanto, pequenas adaptações no processo de produção como, por exemplo, lavagem da cana com água potável, filtração do caldo, aquisição de tacho próprio e adequado (*inox*) para cozimento, local separado e higienizado para fabricação do melado, seriam suficientes para melhorar a qualidade do produto.

Chaves et al. (2003) relataram que o produtor artesanal muitas vezes não dispõe de um laboratório e fábrica equipados com técnicas que permitam um acompanhamento mais detalhado de todo o processo de fabricação. Porém, existem medições simples (por exemplo, de atividade de água) que podem ser úteis no controle do processo de fabricação.

Algumas análises exigidas pelo Ministério da Saúde como, por exemplo, a análise de coliformes fecais e umidade, são mais complexas. Todavia, o produtor pode ter acesso a laboratórios em instituições públicas e privadas que prestam este tipo de serviço. Também há a possibilidade de formação de associações ou cooperativas entre os produtores, com a possibilidade de

montagem de um laboratório de uso coletivo, ou contratar um por meio de convênio, sempre visando à redução do custo das análises (CHAVES et al., 2003).

O melado possui atributos interessantes tanto na questão alimentar, por ser considerado um alimento nutritivo e energético e possuir nutrientes importantes como o Ferro, Cálcio, Fósforo e Magnésio (TACO, 2011), quanto na questão econômica e social, pois gera renda para pequenos e médios produtores. Entretanto, existem poucos documentos que registram como este alimento é produzido e monitorado no país em relação a sua qualidade, tanto nutricional quanto microbiológica e presença de matérias estranhas.

Neste contexto, torna-se importante desenvolver trabalhos sobre o produto para produzir mais conhecimento e poder ampliar o seu potencial de consumo, para se alcançar maior confiabilidade por parte dos consumidores, elevar a demanda pelo produto e, eventualmente, aumentar a renda e o desenvolvimento técnico dos pequenos produtores.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de marcas comerciais de melado de cana-de-açúcar por meio da avaliação microbiológica, umidade, atividade de água e matéria estranha, bem como verificar se existem legislações específicas para o produto e se as mesmas são suficientes para manter um padrão de qualidade no melado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. História da cana-de-açúcar no Brasil

A cana-de-açúcar é uma monocotiledônea pertencente à família *Poaceae* (*Gramineae*), gênero *Saccharum*, é uma planta semi-perene, forte e alta, sendo que seus principais cultivares são híbridos derivados em especial da *Saccharum officinarum* e outras espécies. É originária no sudeste da Ásia e cultivada atualmente em países tropicais e subtropicais em todo o mundo para a produção de açúcar e outros derivados (LUCCHESI, 2001; BRASIL, 2005a; MORAIS, 2015).

O cultivo de cana-de-açúcar teve seu início no Brasil já nos primeiros anos após o descobrimento (CESAR; SILVA, 2003), e seu ciclo representa para a história brasileira o segundo ciclo econômico de grande importância, dirigindo os rumos da economia brasileira e portuguesa durante os séculos XVI a XVIII (SILVA, 2008).

O sistema agroindustrial da cana-de-açúcar é um dos mais antigos e está ligado aos nossos principais eventos históricos. Inicialmente, para romper com o monopólio da produção de açúcar exercido pelo Oriente Médio, os portugueses encontraram no Brasil Colônia uma alternativa para ingressarem definitivamente nesse mercado e estimularem seu crescimento econômico (BRAIBANTE et al., 2013).

A cana-de-açúcar foi introduzida na Europa por árabes e cruzados, e as primeiras mudas plantadas no Brasil foram trazidas da Ilha da Madeira, em Portugal, no século XVI por Martim Afonso de Souza, em 1532, que as plantou na Capitania de São Vicente, próximo à cidade de Santos - SP, e o engenho recebeu o nome de São Jorge dos Erasmos. Mas foi no Nordeste, principalmente em Pernambuco e na Bahia, que os engenhos de açúcar se multiplicaram, quando Jerônimo de Albuquerque implantou em Olinda o Engenho Nossa Senhora da Ajuda. (BERNARDES; CÂMARA, 2001; CESAR; SILVA, 2003).

A economia da colônia, iniciada com o extrativismo do pau-brasil e as trocas entre os colonos e os índios, gradualmente passou a ser dominada pelo

cultivo da cana-de-açúcar para fins de exportação, tendo em Pernambuco o seu principal centro produtor, região que chegou a atingir o posto de maior e mais rica área de produção de açúcar do mundo (FURTADO, 2005).

Vários foram os motivos para a escolha da cana-de-açúcar, entre eles, a existência no Brasil do solo de “massapé”, que é um tipo de solo de cor bem escura e fértil, encontrado na região litorânea do nordeste brasileiro. O clima do Brasil também favorecia a planta, permitindo que se desenvolvesse o cultivo com boa produtividade (SILVA, 2008).

A fabricação da rapadura, iniciada nas Ilhas Canárias, possivelmente no século XVI, constituiu-se uma solução prática de transporte de alimento em pequena quantidade para uso individual, sendo conservada por um longo período de tempo quando bem armazenada. A rapadura começou a ser produzida no Brasil principalmente na região Nordeste, onde se encontrava instalada a maior parte dos engenhos de todo o Brasil (OLIVEIRA et al., 2007).

Gaspar (2012) relata que na época da colonização, o melado de cana era bastante utilizado na alimentação dos escravos, assim como nas mesas dos senhores de engenho. Os produtos da cana-de-açúcar foram, portanto, um alicerce econômico da colonização portuguesa no Brasil entre os séculos XVI e XVII (RODRIGUES, 2010).

No ano de 1600, a Colônia portuguesa contava com ao menos 120 engenhos, distribuídos pelas capitânicas do litoral, principalmente Pernambuco, Bahia e São Vicente (PÓVOAS, 2000). Para Furtado (2005), um fator fundamental do êxito da colonização do Brasil foi a grande expansão do mercado do açúcar, que ocorreu na segunda metade do século XVI.

Em 1933 foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool para controlar os períodos de altas e baixas que a indústria de cana-de-açúcar vinha passando, onde se passou a disciplinar a produção e controlar os mercados interno e externo. Atualmente o Brasil é líder na produção mundial de açúcar, respondendo por 45% do mercado (CESAR; SILVA, 2003).

## **2.2. O impacto da cana-de-açúcar e de seus derivados na economia brasileira**

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do mundo, cultivada em mais de 100 países. Seus principais produtos são o açúcar, o etanol e, mais recentemente, a cogeração de energia elétrica. Mundialmente, destaca-se como a principal cultura açucareira. Apesar desta difusão mundial, cerca de 80% da produção do planeta estão concentradas em dez países (Brasil, Índia, China, México, Tailândia, Paquistão, Colômbia, Austrália, Indonésia e Estados Unidos) (FAO, 2013; BRASIL, 2016). O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com cerca de 641 milhões de toneladas processadas na safra 2017/2018 (NEO MONDO, 2018), sendo que cerca de 60% da produção concentra-se no Estado de São Paulo (ROVIERO, 2015).

A produção de cana-de-açúcar no Brasil é de grande importância e vem apresentando destaque por ser representante de uma nova tendência mundial – a sustentabilidade, o mundo atual busca fontes energéticas que sejam economicamente viáveis e que não agredam o ambiente – e o Brasil disputa a liderança, junto com EUA, Alemanha e China, no desenvolvimento das tecnologias de produção do bioetanol e do biodiesel (MILANEZ et al., 2015).

Nesse âmbito de qualidade ambiental, a cana gera energia renovável, o que agrega valor ao produto. Se tratando do etanol, o Brasil ocupa atualmente o primeiro lugar em produtividade deste biocombustível. Sendo também responsável pela maior produção de etanol a partir de cana-de-açúcar (GIMENEZ et al., 2018).

A revista Nature Climate Change publicou recentemente que o Brasil e EUA produzem cerca de 90% deste biocombustível, e que o etanol brasileiro pode substituir 13,7% do petróleo consumido no mundo (JAISWAL et al., 2017).

Além do setor energético, a cana-de-açúcar apresenta como derivados principais o caldo, cachaça, açúcar, óleo de fúsel (constituído principalmente de álcool isoamílico usado na indústria química para a produção de solventes, vernizes e fixador em perfumaria), o bagaço (utilizado na geração de vapor para movimentar a usina e o excedente gerar energia elétrica) e a vinhaça que serve de fertilizante (SOUZA et al., 1999) podendo ainda ser utilizado na ração animal (BORBA; BAZZO 2009). Além dessas utilidades, porém não menos

importante, a cana também é utilizada como matéria-prima para a fabricação de rapadura, melado e açúcar mascavo.

Com o passar do tempo as grandes usinas açucareiras, produtoras de açúcar refinado levaram ao quase desaparecimento dos engenhos produtores de açúcares brutos. Entretanto com a crescente procura de alimentos naturais e orgânicos, esse nicho de mercado ressurgiu e vem gradativamente ganhando importância e despertando interesse dos pequenos produtores de cana, pois, agrega maior valor a matéria prima (CESAR; SILVA, 2003).

Borba (2011) cita em seu trabalho realizado em Santo Antônio da Patrulha – RS, que os maiores compradores de melado da região são as fábricas de rapadura, que utilizam o melado como matéria prima para produção da rapadura e outros doces, além do envase para venda *in natura* do produto. O autor destaca também que alguns consumidores compram o melado direto do produtor, uma vez que o pequeno produtor não dispõe de estrutura para envase e rotulagem do seu produto.

O consumo de alimentos naturais, que por tempo foram esquecidos, mostra-se novamente em crescimento, com mercados específicos em algumas regiões do Brasil, fornecendo produtos como rapadura, açúcar mascavo e o melado. Um estudo da Euromonitor International (2017) indicou que nos cinco anos anteriores, o segmento de alimentos e bebidas saudáveis cresceu em média 12,3% ao ano no Brasil e a tendência é de continuar crescendo.

### **2.3. Agricultura familiar e agroecologia**

De acordo com Brasil (2006), é considerado agricultor familiar e empreendedor familiar rural, aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente requisitos como possuir até no máximo quatro módulos fiscais de terra, utilizar a mão-de-obra familiar, maior parcela de renda seja das atividades da família, assim como, a própria família é quem faz a administração do empreendimento.

A agricultura familiar sofreu nos últimos 50 anos uma rápida transformação da realidade rural no Brasil. Com a expansão da agricultura em larga escala, muitos agricultores familiares perderam seu espaço, pois não

iriam persistir em uma forma de produção “conservadora” com pouca competitividade (NAVARRO, 2001; EMÍDIO, 2016).

Sistemas alimentares centrados na agricultura familiar, em técnicas tradicionais e eficazes de cultivo e manejo do solo, no uso intenso de mão de obra, no processamento mínimo dos alimentos realizado pelos próprios agricultores e feiras, vêm perdendo força ao longo do tempo. No lugar, surgem sistemas alimentares que operam baseados em monoculturas que fornecem matérias-primas para a produção de alimentos ultraprocessados (BRASIL, 2014a).

Segundo Emídio (2016) sem a agricultura familiar não haveria manutenção do abastecimento de alimentos em quantidade, diversidade e qualidade suficiente para garantir a suficiência alimentar do país. Uma vez que diferentemente da agricultura empresarial, esta forma de produção consegue manejar a terra de forma sustentável e equilibrada com o ecossistema.

Para Sosa et al. (2012) a agricultura familiar e camponesa, que vem se desenvolvendo ao longo da história humana, baseia-se na diversificação de culturas, na pouca ou nada utilização de agroquímicos e na harmonia entre todos os seres vivos da natureza. Este modelo de agricultura é, também, o único que pode produzir alimentos saudáveis e viabilizar uma política de soberania alimentar, onde cada povo possa e deva produzir seus próprios alimentos.

A necessidade de produzir alimentos para uma população mundial estimada em 7 bilhões de pessoas foi uma preocupação constante, o que motivou a criação de ferramentas para o atendimento dessa demanda. A revolução verde iniciada no final do século 19 e ampliada após a Segunda Guerra Mundial surgiu como uma solução para esta demanda. Entretanto, a sustentabilidade da produção agrícola nesse modelo tem-se mostrado inviável, e os principais reflexos podem ser percebidos na perda da biodiversidade, na contaminação da natureza e a perda de território das populações camponesas em todo o mundo. Neste contexto, com a expansão da Revolução Verde em escala global, a agricultura familiar foi fortemente impactada. As reações a este modelo, por parte da ciência e da sociedade, foram responsáveis pelo surgimento da agroecologia (VERNEQUE, 2015).

Segundo Padula et al. (2013), o movimento agroecológico surgiu a partir de diversas críticas às implicações sociais, econômicas e ambientais do processo de industrialização do campo e da estratégia de modernização das práticas agrícolas adotadas em meados da década de 1950 e que ainda é marcante na realidade rural do país.

Gadelha (2015) retratou que um modelo de desenvolvimento com base na agricultura familiar e camponesa com foco na agroecologia, onde seja garantido acesso à terra, à água e as condições para a produção de alimentos saudáveis, é um pressuposto para a realização da soberania e da segurança alimentar e nutricional na nação, trazendo mais saúde e vida para toda a população. Os sistemas agroecológicos, são comprovadamente, mais resistentes e sustentáveis que os sistemas convencionais.

A agroecologia inserida na agricultura familiar faz repensar a forma de construir conhecimento relacionado à produção de alimentos, de forma que sejam considerados principalmente o saber dos agricultores e as práticas sociais existentes, articuladas com o conhecimento científico. A agroecologia pode ser um modo de desenvolvimento agrícola capaz de avançar na concretude dos direitos humanos (especialmente das populações mais vulneráveis) na redução da pobreza, e na melhoria da qualidade de vida da população em geral e das sociedades rurais em particular, que dependem, em grande medida, do avanço da disseminação e valorização dos conhecimentos de base agroecológica (SCHUTTER, 2010; SOUZA; MARTINS, 2013).

Um sistema de produção agroecológico e a correta distribuição dos alimentos podem proteger o ambiente e promover justiça social ou, ao contrário, gerar desigualdades sociais e ameaças aos recursos naturais e à biodiversidade. Aspectos que definem o impacto social do sistema alimentar incluem: tamanho e uso das propriedades rurais que produzem os alimentos, autonomia dos agricultores na escolha de sementes, de fertilizantes e de formas de controle de pragas e doenças, condições de trabalho e exposição a riscos ocupacionais, papel e número de intermediários entre agricultores e consumidores, capilaridade do sistema de comercialização, geração de

oportunidades de trabalho e renda ao longo da cadeia alimentar e partilha do lucro gerado pelo sistema entre capital e trabalho (BRASIL, 2014a).

As imensas lavouras de cana-de-açúcar é muito presente em nosso país, principalmente no estado de São Paulo. Essa cultura é conhecida por ser matéria prima de diversos produtos principalmente do álcool, sendo sua produção destinada para grandes usinas sucroalcooleiras. É reconhecida a importância que a produção de cana em larga escala gera para a economia do país, contudo, a monocultura da cana-de-açúcar provoca impactos negativos, reversíveis ou não, principalmente em relação à pressão exercida sobre os pequenos produtores rurais, uma vez que não conseguem competir em preço com as grandes indústrias produtoras de açúcar e acabam por deixar de lado seus produtos antes produzidos como açúcar mascavo, melado e rapadura.

A produção agrícola assentada no agronegócio, embora bata sistematicamente recordes de safras, impacta negativamente nos indicadores de fome e desigualdade social e se consolida como um dos maiores catalisadores da atual crise de desenvolvimento (SILVA, 2013; BARROS; SILVA, 2013).

A agroecologia fornece os elementos concretos que possibilitam o redesenho dos sistemas agroalimentares, no sentido e sua descentralização e adequação ambiental, social, cultural e econômica. A relação com os alimentos deve ser reconstruída em novas bases fundadas na solidariedade, justiça, sustentabilidade ambiental e na valorização das culturas e saberes locais, de forma a resgatar suas perspectivas enquanto direito humano universal (PEREZ-CASSARINO, 2013).

Quanto mais pessoas buscarem por alimentos orgânicos e de base agroecológica, maior será o apoio que os produtores da agroecologia familiar receberão e mais próximos estaremos de um sistema alimentar socialmente e ambientalmente sustentável (BRASIL, 2014a).

#### **2.4. Qualidade dos produtos artesanais e a importância da agroindústria familiar**

A agropecuária é uma das frações mais dinâmicas da economia brasileira. O segmento agropecuário de baixa escala produz diversos alimentos que serão utilizados *in natura* e também matérias primas que serão processadas para obtenção de outros produtos através de agroindústrias familiares ou cooperativas.

A agroindústria é considerada uma alternativa para diversificar as atividades dos produtores rurais, mediante a necessidade de aumentar a lucratividade. A característica da agroindústria familiar rural está na forma de gestão e produção de riqueza baseada na mão-de-obra e também nos recursos da produção provenientes da família (CARDOSO, 2011a). Para Machado (2011) a agroindústria familiar desempenha um papel importante em termos econômicos e sociais.

O conhecimento relacionado à cana-de-açúcar representa uma herança cultural que foi construída ao longo da história através das unidades produtivas de caráter artesanal (EMÍDIO, 2016).

Os engenhos de cana foram os principais responsáveis pela criação dos primeiros povoados no país, no início do século XVI. Com o tempo, as técnicas de produção de açúcar foram aprimoradas para alcançar maior eficiência no processo. Atualmente, as grandes usinas integradas de açúcar e álcool em nada se assemelham aos rudimentares engenhos movidos à tração animal daquela época. Todavia, a produção do melado, assim como do açúcar mascavo e rapadura continuam, em sua grande maioria, sendo feitas em pequena escala, de forma artesanal, normalmente por agricultores familiares, visando o autoconsumo e o abastecimento de mercados regionais (ELETROBRAS; INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA; EMBRAPA, 2014).

Segundo Amorozo et al. (2008), as atuais comunidades rurais, que ainda mantêm práticas e conhecimentos locais às margens da agricultura moderna, representam um importante contraponto na contemporaneidade e desempenham um papel imprescindível na produção e diversificação de alimentos, na conservação dos recursos genéticos das plantas cultivadas e, conseqüentemente, na promoção da segurança alimentar .

Para Cardoso (2011b), os produtos alimentícios oriundos da agroindústria familiar, muitas vezes produzidos de forma bem artesanal, diferenciam-se dos industriais pela fabricação sem ingredientes sintéticos em suas formulações, se destacando pelo fato de serem mais naturais, tanto pelo aspecto nutricional quanto para a forma de produção, podendo ainda se destacar por conter características específicas de uma região.

Nogueira et al. (2009) relataram que alimentos produzidos de forma artesanal, como o melado, por exemplo, estão mais propensos a fontes de contaminação durante a produção, processamento e armazenamento. E que, além disso, as propriedades físico-químicas e nutricionais podem variar dependendo das características do solo, condições climáticas, uso de fertilizantes, poluição, processamento e armazenamento. Portanto o produtor deve ficar atento a esses fatores que podem influenciar na qualidade do produto final.

Para Chaves et al. (2003), a carência de padrões de identidade e de qualidade adequados e a deficiência do controle dessa qualidade durante a produção, estocagem e comercialização estão entre as barreiras a serem quebradas para um maior avanço desses produtos no mercado. A sua elaboração e manuseio sob condições técnicas apropriadas podem ser um caminho para se conquistar mercados mais exigentes.

O produto artesanal tem uma boa procura, e o mercado para esse tipo de produto apresenta grandes oportunidades de ampliação. Para isso, o produtor precisa estar atento para os fatores que contribuem para a melhoria de seu negócio com aumento e permanência da qualidade, observando: matéria-prima (a cana), as instalações (a agroindústria), água (potável), a qualidade da mão-de-obra e, sobretudo, as reações e tendências do mercado. É imprescindível o treinamento e a conscientização dos que estão envolvidos no processo de fabricação sobre a importância da qualidade. O produto é artesanal, mas o produtor não pode ser amador (CHAVES et al., 2003).

A qualidade dos alimentos deve apresentar aspectos como saúde e integridade do consumidor, integridade do alimento, atributos sensoriais como

sabor, odor, textura, cor e aparência, padrões ou exigências regulamentares e segurança com relação ao ambiente (CARDOSO, 2011b).

A fabricação de produtos derivados da cana-de-açúcar é hoje uma excelente oportunidade de empreendimento no meio rural para agregar valor à produção em pequena escala. Apesar de requerer investimentos relativamente baixos, o aprimoramento das técnicas tradicionais é fundamental para atender à maior competitividade dos mercados e às exigências dos consumidores. Algumas técnicas vêm sendo adaptadas em escalas menores, como o uso de caldeiras abastecidas por bagaço de cana, filtração adequada do caldo, e tachos abertos em aço inox com camisa de vapor (CHAVES et al., 2003).

Segundo Dantas; Thiollent (2004) quando se trata de valorização de produtos, o que vem à tona, em primeiro lugar, é a qualidade dos mesmos, não restando dúvidas que produtos de qualidade possuem maior possibilidade de aceitação por parte dos consumidores.

O local de fabricação dos alimentos, principalmente de produtos artesanais e de pequenas agroindústrias, torna-se um fator essencial quando se trata de qualidade e valorização desses produtos. A qualidade do produto assume uma importância fundamental, uma vez que se trata de atributos relacionados à saúde dos consumidores. Por outro lado, devem-se ressaltar também os aspectos culturais ligados tanto ao seu consumo, quanto ao seu processo de fabricação (DANTAS; THIOLENT, 2004).

Em relação ao melado de cana-de-açúcar, para se obter um bom produto, Emídio (2016) cita que além da matéria-prima de boa qualidade, é necessário seguir as boas práticas de fabricação como a limpeza das moendas, que devem ser lavadas antes e depois da moagem da cana – dos reservatórios e dos tachos. O autor ainda relata que é fundamental para sua conservação embalagem e armazenamento adequados, uma vez que o produto pode se deteriorar muito rapidamente.

Produtos como o melado e a rapadura, por exemplo, são culturalmente produzidos no Brasil, porém alguns produtores não realizam um controle de qualidade e aplicação das boas práticas de fabricação, o que possivelmente causa receio em ser consumido por parte dos consumidores, que mesmo se

sentindo atraído pelas características sensoriais do produto acabam deixando de comprar devido a falta de confiança relacionada à qualidade e procedência do mesmo. Um aspecto importante, que nem sempre é levado em consideração pelos produtores artesanais é a rotulagem dos produtos, o que causa incertezas por grande parte dos consumidores. Apesar de se tratar de um produto artesanal, mesmo quando produzido através de técnicas rudimentares, o uso adequado da rotulagem respeitando as normas da legislação já seria um avanço importante para agregar confiabilidade no consumo desses produtos.

A valorização dos produtos é comumente tratada tomando como base a qualidade dos mesmos. Todavia, há que se atentar para a tradição em produzi-los, outro fator fundamental no que tange à valorização de produtos de caráter artesanal, respeitando fatores como: o saber-fazer acumulado, transmitido de geração a geração, e os aspectos históricos e culturais que envolvem a fabricação dos produtos, principalmente pelo fato de serem provenientes de um determinado território (DANTAS; THOLLENT, 2004). Todas essas características que envolvem a fabricação de determinados produtos podem e devem ser mantidas ao mesmo passo que a qualidade é melhorada, através de técnicas que se adequem a legislação.

Existem hoje no Brasil linhas de crédito que dão apoio financeiro às atividades agropecuárias exploradas mediante emprego direto da força de trabalho do produtor e de sua família, como o PRONAF agroindústria e o PRONAF agroecologia (BRASIL, 2015). O PRONAF pode ser uma ferramenta de modernização trazendo a premissa de que o investimento para adequação dos espaços produzirá condições de concorrência no mercado formal (CARDOSO, 2011a).

Segundo Borba (2011) uma das contribuições mais recentes para escoar a produção de melado está na integração produtor/cooperativa. Um estudo realizado pelo autor no município de Santo Antônio da Patrulha aponta que programas e cooperativas como o programa “Puro Engenho” e a cooperativa COOPERCANASUL, fortaleceram a produção de melado na região e contribuíram para a redução de custos, agregação de valor, incremento do

volume de comercialização e acesso a outros mercados, além de melhorar a qualidade do produto.

Para se alcançar um alto nível de qualidade no melado é importante, entre outras práticas, manter durante o processo de produção um controle rigoroso dos diversos itens da especificação do produto, com aplicação direta dos conceitos de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (OLIVEIRA et al., 2007).

## **2.5. Definição e características do melado**

O melado é um líquido xaroposo e denso (viscoso) de cor amarelo-âmbar, com cheiro próprio e gosto doce, obtido da fervura e concentração do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ou a partir da rapadura derretida. No entanto, este termo não pode ser confundido com “melaço”, um subproduto da turbinagem da massa cozida e cristalizada na indústria do açúcar cristal (CHAVES et al., 2003; BRASIL, 2005a).

O produto é elaborado com matéria-prima (caldo de cana) não fermentada, isenta de matéria terrosa, parasitas e detritos animais ou vegetais e não é permitida a adição de essências, corantes naturais ou artificiais, conservadores ou edulcorantes (BRASIL, 2005a).

O melado contém açúcar natural, como glicose e frutose apresentando um Brix em torno de 65° e 74° e um máximo de 25% de umidade. O rótulo deve trazer a designação do produto, razão social e endereço do fabricante, além do peso líquido, dos ingredientes, da data de fabricação e do período de validade (BRASIL, 1978; 2005; SILVA et al., 2003; CHAVES, 2008).

Em relação ao valor nutricional o melado contém importantes minerais, fornecendo em 20g: 1,08 mg de Ferro, 20,4 mg de Cálcio, 14,8 mg de Fósforo e 23 mg de Magnésio (TACO, 2011), o que representa, 7,71 de Fe, 2,04 de Ca, 2,01 de P e 8,8% de Mg, da ingestão diária recomendada para um adulto (BRASIL, 2005b).

Em algumas regiões do Brasil é considerado um produto antianêmico, além de ser energético, fatores que podem estar relacionados à sua quantidade de ferro (PINTO; COELHO, 1983). De fato, segundo Tabela

Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), o teor de ferro em melado é de  $5,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de produto, o que corresponde a 39% do valor recomendado (BRASIL, 2005b). Valores bem superiores a couve (0,5mg), brócolis (0,6mg) e espinafre (0,4mg) que são verduras comumente relacionadas a esse mineral (TACO, 2011).

O melado é um alimento que pode ser utilizado como adoçante em substituição ao açúcar refinado em receitas culinárias, bem como ser consumido puro ou em misturas com vários tipos de queijo, com farinha, com biscoitos, bolos ou ainda servido com inhame ou mandioca. Há também sugestões de uso para a alimentação animal (CHAVES et al., 2003).

### **2.5.1. Características microbiológicas do melado**

A conservação de alimentos por altas temperaturas como a pasteurização e a esterilização são comumente utilizadas para os alimentos. O binômio tempo/temperatura utilizado na pasteurização é o suficiente para eliminar todas as bactérias gram-negativas, muitas bactérias gram-positivas, todos os bolores e leveduras. Os microrganismos que resistem a esse processo são os termodúricos (sobrevivem, mas não se desenvolvem) e os termófilos (sobrevivem e se reproduzem nas condições) (JAY, 2005).

Existem alguns fatores que afetam a resistência dos microrganismos ao calor. Dentre os principais estão a água, sais, carboidratos, pH, proteínas, quantidade e idade dos organismos, temperaturas de crescimento, compostos inibidores e o tempo (JAY, 2005).

De acordo com a legislação brasileira o melado de cana-de-açúcar deve apresentar o máximo de  $10^2$  UFC/g de bactérias do grupo coliforme de origem fecal, enquanto os bolores e leveduras não devem ultrapassar os  $5 \times 10^3$  UFC/g (BRASIL, 1978; BRASIL, 2001).

A legislação brasileira possui normas muito limitadas em relação à qualidade microbiológica do melado de cana-de-açúcar, grupos de bactérias como mesófilas e termófilas são importantes quando se trata de qualidade de alimentos uma vez que a presença dessas bactérias podem indicar possíveis

contaminações e o estado de higiene do local de fabricação (PARAZZI et al., 2009).

#### **2.5.1.1. Microrganismos de interesse na pesquisa do melado**

- Esporos de bactérias termófilas aeróbias *flat-sour*

Esporos são estruturas de resistência das bactérias e, uma vez formados, permanecem em estado de dormência. Ao contrário das células vegetativas, não apresentam atividade metabólica, e não se multiplicam, mas, em condições favoráveis, podem germinar e dar origem a novas células vegetativas. Os esporos são resistentes a condições ambientais que seriam letais para as células vegetativas e suportam o congelamento, a desidratação, a irradiação, a presença de conservantes, o tratamento com desinfetantes e a exposição a altas temperaturas, e devido a essa resistência térmica são particularmente deletérios nos alimentos submetidos ao processo de esterilização comercial, onde a microbiota competidora é eliminada pelo calor (SILVA et al., 2017).

Portanto a presença dessas bactérias no melado de cana é comum uma vez que resistem ao tratamento térmico, possuindo faixa de temperatura ótima de multiplicação entre 45°C e 65°C, mínima de 35°C e 45°C, e máxima entre 60°C e 90°C, logo devem ser monitoradas, pois podem ser prejudiciais a saúde humana. Os métodos para minimizar a contaminação por esporos incluem o controle de população de esporos em ingredientes e produtos que entram no local de fabricação, bem como a utilização de práticas sanitárias (OLSON; SORRELLS, 2001).

Segundo Olson; Sorrells (2001) o resfriamento inadequado e o aquecimento localizado são uns dos principais fatores para o desenvolvimento de termófilas *flat-sour* nos alimentos.

As bactérias termófilas aeróbias de ocorrência comum em alimentos pertencem aos gêneros: *Aeribacillus*, *Alicyclobacillus*, *Aneurinibacillus*, *Anoxybacillus*, *Bacillus* (termófilo facultativo), *Brevibacillus*, *Cohnella*, *Geobacillus*, *Lysinibacillus*, *Paenibacillus*, *Sporolactobacillus*, *Virgibacillus* (SILVA et al., 2017).

#### - Bactérias mesófilas

Os microrganismos aeróbios mesófilos são aqueles que multiplicam em temperatura ótima entre 25 e 40°C, mínima entre 5 e 25°C, e máxima entre 40°C e 50°C. Os microrganismos mesófilos correspondem à grande maioria daqueles de importância em alimentos, inclusive a maior parte dos patógenos de interesse. A contagem total de aeróbios mesófilos indica populações bacterianas em alimentos, não diferencia tipos de bactéria, sendo utilizada para se obter informações gerais sobre a qualidade de produtos, práticas de manufatura, matéria primas utilizadas, condições de processamento, manipulação e vida de prateleira (TORTORA et al., 2012; SILVA et al., 2017).

Não é um indicador de segurança, pois não está diretamente relacionado à presença de patógenos ou toxinas (SILVA et al., 2017). De acordo com Franco; Landgraf (2006), a contagem elevada desse grupo de bactérias nos alimentos não perecíveis é indicativa do uso de matéria-prima contaminada ou processamento insatisfatório, sob o ponto de vista sanitário. Em alimentos perecíveis pode indicar abuso durante o armazenamento em relação ao binômio tempo/temperatura.

Os produtos fermentados, ao contrário, apresentam populações naturalmente altas de mesófilos, sem qualquer relação com a qualidade (SILVA et al., 2017).

#### - Fungos (bolores e leveduras)

Os bolores e leveduras constituem um grande grupo de microrganismos, a maioria originária do solo ou do ar. Os bolores são extremamente versáteis, a maioria das espécies capaz de assimilar qualquer fonte de carbono derivada de alimento. A maioria também é indiferente com relação às fontes de nitrogênio, podendo utilizar o nitrato, os íons de amônia e o nitrogênio orgânico (SILVA et al., 2017). A estrutura básica dos bolores se caracteriza por filamentos denominados hifas, que, em conjunto formam o micélio (FRANCO; LANDGRAF, 2006).

As leveduras do ponto de vista taxonômico não são homogêneas e sua classificação não é estável, e de maneira geral são mais exigentes do que os bolores. Definem-se leveduras como fungos cuja forma predominante é unicelular. Muitas são incapazes de assimilar nitrato e carboidratos complexos, algumas exigem vitaminas e outras não conseguem utilizar a sacarose como única fonte de carbono, o que de certa forma limita a gama de alimentos susceptíveis a deterioração por leveduras (FRANCO; LANDGRAF, 2006; SILVA et al., 2017).

Os bolores e leveduras são também bastante resistentes á condições adversas, como o pH ácido e atividade de água baixa. Com relação ao pH, os fungos são muito pouco afetados pela variação na faixa de 3,0 a 8,0. Vários bolores crescem abaixo de 2,0 e diversas leveduras abaixo de 1,5. Entretanto, quando o pH afasta-se do ótimo (geralmente próximo de 5,0) a velocidade de crescimento diminui e, se houver outros fatores de inibição (atividade de água, temperatura), seu efeito restritivo sobre a velocidade de crescimento torna-se mais acentuado (SILVA et al., 2017).

Os bolores deteriorantes de alimentos podem ser considerados aeróbios estritos, por exigirem oxigênio para seu crescimento. No entanto, várias espécies são eficientes em utilizar pequenas quantidades de oxigênio. Ao contrário dos bolores, muitas espécies de leveduras são capazes de crescer na completa ausência de oxigênio e em diferentes concentrações de CO<sub>2</sub>. Isto as torna os deteriorantes mais comuns de alimentos líquidos engarrafados (SILVA et al., 2017). A temperatura ideal para o crescimento das leveduras varia entre 25° e 30°C e o pH ácido favorece o seu desenvolvimento (FRANCO; LANDGRAF, 2006). Contaminação com bolores estão relacionadas com problemas no armazenamento e conservação (INMETRO, 1999).

Os fungos infecciosos raramente são associados aos alimentos, porém, certas leveduras de origem alimentar podem desencadear reações alérgicas e alguns bolores podem provocar infecções em indivíduos imunodeprimidos. Vários bolores produzem micotoxinas, que são metabólitos tóxicos formados durante o crescimento. Os gêneros de bolores toxigênicos mais importantes são: *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (SILVA et al., 2017).

#### - Coliformes totais e *Escherichia coli*

O grupo dos coliformes totais é um subgrupo da família *Enterobacteriaceae*, inclui 44 gêneros e 176 espécies. No grupo dos coliformes totais estão apenas as enterobactérias capazes de fermentar a lactose com produção de gás a 35°C. Mais de 20 espécies de encaixam nessa definição, dentre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato gastrintestinal de humanos e outros animais de sangue quente (*Escherichia coli*) como também bactérias não entéricas (espécies de *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Serratia*) (SILVA et al., 2017).

A *Escherichia coli* está incluída tanto no grupo dos coliformes totais quanto no dos coliformes termotolerantes (fecais). É encontrada normalmente no trato intestinal de animais de sangue quente, embora também possa ser introduzida nos alimentos a partir de fontes não fecais. É uma espécie da família *Enterobacteriaceae*, definida como bastonetes Gram negativos anaeróbios facultativos e fermentadora de açúcares (SILVA et al., 2017).

A pesquisa de coliformes totais ou de *E. coli* nos alimentos fornece, com maior segurança, informações sobre as condições higiênicas do produto e melhor indicação da eventual presença de enteropatógenos (FRANCO; LANDGRAF, 2006).

#### **2.5.2. Características microscópicas do melado**

A microscopia alimentar tem como objetivo principal determinar a real composição dos alimentos por intermédio de análises apropriadas e analisar se os alimentos foram contaminados de alguma forma por vias de veiculação, parasitos ou contaminação das diversas etapas do processamento como produção, armazenamento, conservação, transporte, comercialização e manipulação. A contaminação pode ser acidental quando os fragmentos encontrados não alteram a qualidade dos alimentos e não são adicionadas deliberadamente e de caráter proposital, sendo considerada fraude, quando são feitas alterações ilegais e de má fé visando o lucro, resultando na

modificação do produto final, podendo ser considerado crime a saúde pública (ARAUJO et al., 2015).

A Association of Analytical Chemists International - AOAC (2005) define “material estranho” qualquer matéria estranha no produto, associada a condições ou práticas questionáveis na produção, armazenamento ou distribuição, as quais são incluídas sujidades (leves, pesadas, separadas por peneira), material decomposto, areia, terra e vidro.

Brasil (2014b) define matéria estranha como qualquer material não constituinte do produto associado a condições ou práticas inadequadas na produção, manipulação, armazenamento ou distribuição e a classifica em:

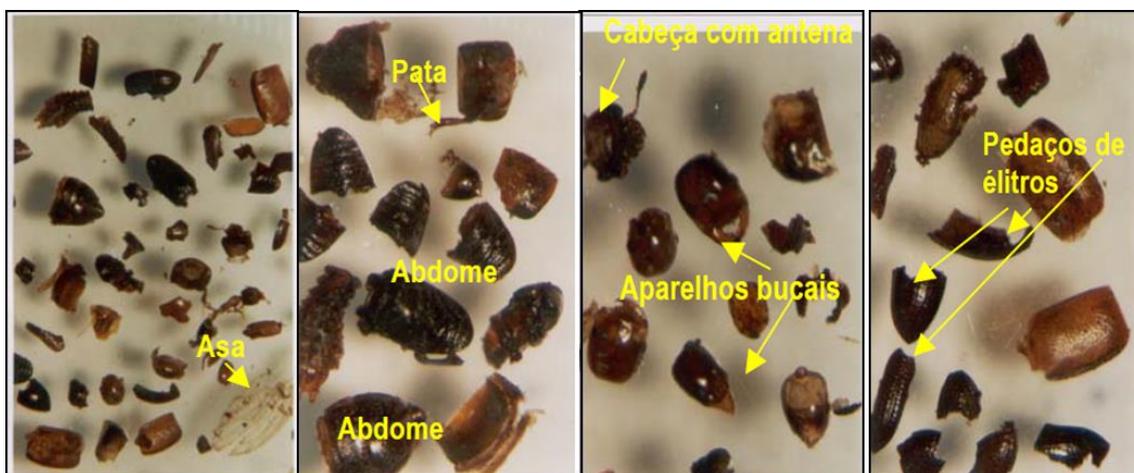
- Macroscópicas: detectadas por observação direta (a olho nu), podendo ser confirmada com auxílio de instrumentos ópticos.
- Microscópicas: detectadas com auxílio de instrumentos ópticos com ampliação óptica mínima de 30 vezes.
- Inevitáveis: quando ocorrem no alimento mesmo com a aplicação das boas práticas.
- Indicativas de falhas das boas práticas de fabricação: artrópodes vivos ou mortos, inteiros ou em partes, exúvias, teias e excrementos, partes indesejáveis da matéria-prima, pelos humanos e de outros animais (Figura 1), areia, terra e outras partículas macroscópicas, fungos filamentosos e leveduras que não sejam característicos dos produtos, animais vertebrados ou invertebrados não citados anteriormente, e outros materiais não relacionados ao processo produtivo.



**Figura 1.** Exemplo de pelo de roedor com aumento de 200x.

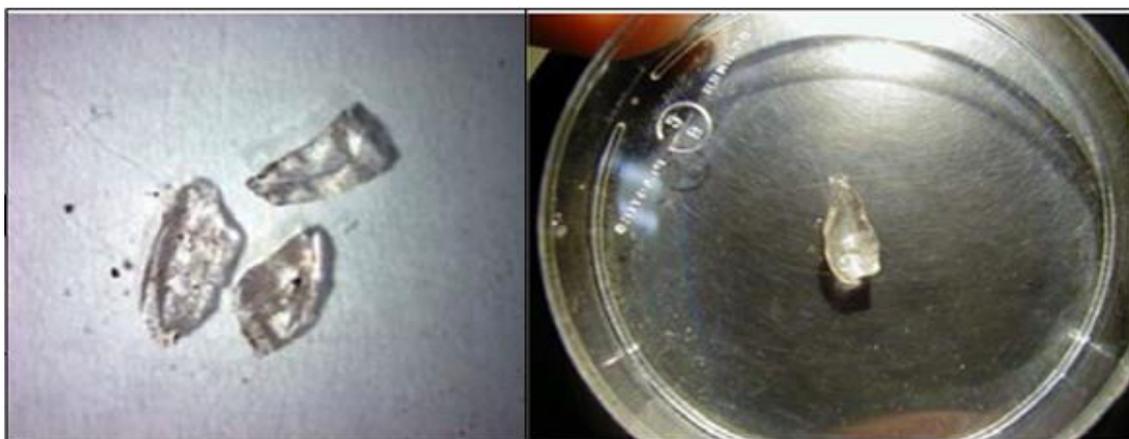
Fonte: Villela (2004).

- Indicativas de riscos à saúde humana: insetos como baratas, formigas, moscas que se reproduzem ou que tem por hábito manter contato com fezes, cadáveres e lixo, bem como barbeiros, em qualquer fase de desenvolvimento, vivos ou mortos, inteiros ou em partes (Figura 2); roedores: rato, ratazana e camundongo, inteiros ou em partes; outros animais: morcego e pombo, inteiros ou em partes; excrementos de animais, exceto os de artrópodes considerados próprios da cultura e do armazenamento; parasitos: helmintos e protozoários, em qualquer fase de desenvolvimento, associados a agravos a saúde humana; objetos rígidos, pontiagudos e ou cortantes, iguais ou maiores que 7 mm (medido na maior dimensão), que podem causar lesões ao consumidor, tais como: fragmentos de osso e metal; lasca de madeira; e plástico rígido; objetos rígidos, com diâmetros iguais ou maiores que 2 mm (medido na maior dimensão), que podem causar lesões ao consumidor, tais como: pedra, metal, dentes, caroço inteiro ou fragmentado; fragmentos de vidro de qualquer tamanho ou formato (Figura 3); e filmes plásticos que possam causar danos à saúde do consumidor.



**Figura 2.** Exemplos de insetos e fragmentos de insetos sob aumento de 20 e 40x.

Fonte: Villela (2004).



**Figura 3.** Exemplos de fragmentos de vidro com aumento de 20 $\times$ .

Fonte: Villela (2004).

- Partes indesejáveis ou impurezas: são partes de vegetais ou de animais que interferem na qualidade do produto, como cascas, pedúnculos, pecíolos, cartilagens, aponevroses, ossos, penas e pelos animais e partículas carbonizadas do alimento advindas do processamento ou não removidas pelo mesmo.
- Risco: função da probabilidade da ocorrência de um efeito adverso à saúde e da gravidade de tal efeito, como consequência de um perigo ou perigos nos alimentos.
- Vetores: são animais que veiculam patógenos provenientes de um hospedeiro, de uma origem ou de um lugar, carreando-os para os alimentos, podendo causar agravos à saúde humana pela ingestão do alimento contaminado (BRASIL, 2014b).

Para se estudar e analisar a presença dessas matérias estranhas em alimentos é utilizado a técnica da microscopia óptica e/ou eletrônica. De acordo com Villela (2004), a técnica da microscopia utilizada para análise de alimentos se iniciou no Brasil no ano de 1940 no Instituto Adolfo Lutz em São Paulo. No ano de 1970 já se realizavam análises microscópicas de alimentos pelo Laboratório de Saúde Pública Louis Pasteur hoje conhecido como LACEN - Laboratório Central de Saúde Pública Noel Nutels no Rio de Janeiro, onde se utilizavam técnicas como: separação de sujidades por sedimentação, peneiração, dispersão-solução, filtração e análise histológica.

Segundo Barbieri et al. (2001), a microscopia em alimentos é a técnica microanalítica que pode ser utilizada no controle de qualidade para a identificação dos componentes de um produto, permitindo constatar se os produtos estão de acordo com normas vigentes. Essa técnica é fundamental para controlar a qualidade dos produtos alimentícios, sendo utilizada como parâmetro para avaliar as condições de sanidade e higiene no processo de fabricação.

Na literatura existem diversos trabalhos envolvendo diferentes tipos de produtos que fazem uso da microscopia em alimentos, porém ainda são exíguos estudos relacionados ao melado de cana-de-açúcar.

Barbieri et al. (2001) citaram que para um bom controle microscópico de alimentos deve-se elaborar uma coleção de amostras-padrão das matérias-primas principais e também das substâncias que são normalmente utilizadas para a falsificação do produto, de modo que características histológicas possam ser comparadas diretamente com as amostras. Os autores ainda observam que bons trabalhos de referência são indispensáveis para a identificação dos constituintes do alimento.

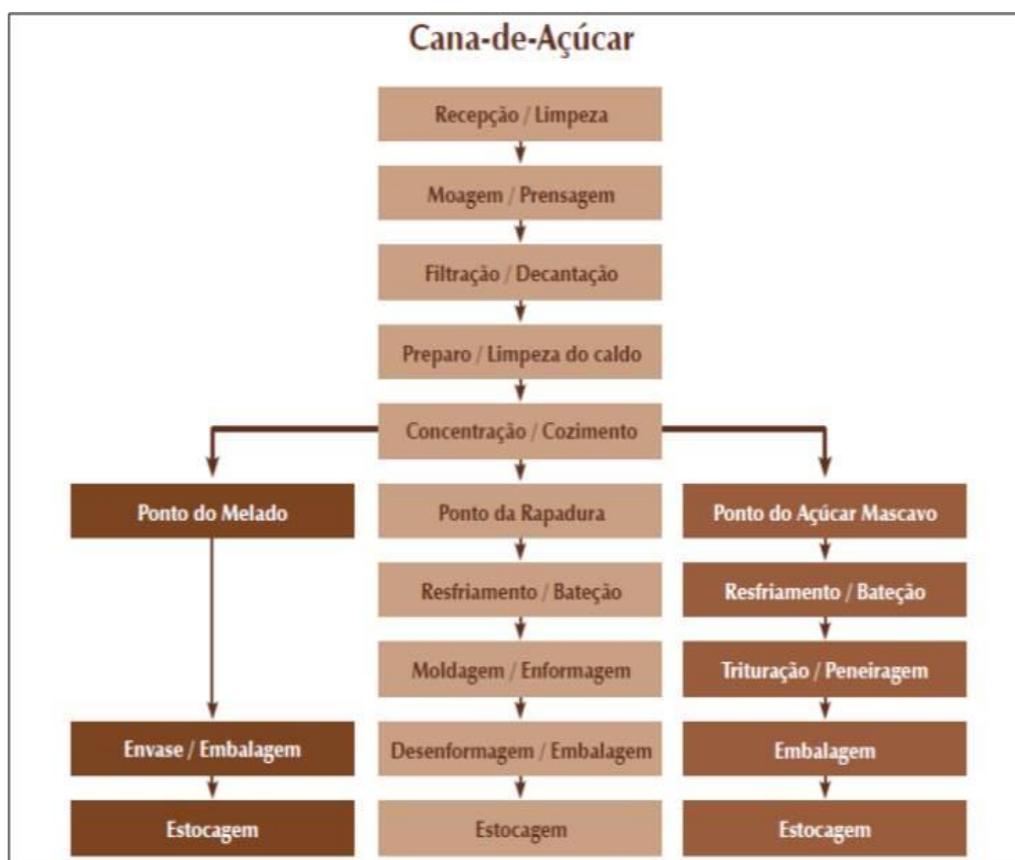
Com o passar do tempo as metodologias de separação e isolamento de matérias estranhas foram sendo adaptadas e melhoradas por vários autores, resultando métodos mais específicos para os diferentes tipos de matérias estranhas (VILLELA, 2004). Atualmente, os métodos mais utilizados e aceitos internacionalmente são aqueles validados e publicados pela Association of Analytical Chemists International (AOAC).

Materiais estranhos presentes nos alimentos podem diminuir a confiança e a aceitabilidade do ponto de vista estético, uma vez que fabricantes, consumidores e órgãos de fiscalização esperam que os alimentos sejam inteiramente livres de qualquer sujidade. A análise microscópica em alimentos provenientes de matérias-primas que foram trituradas, moídas ou cozidas é fundamental, uma vez que as sujidades que poderiam ser visíveis macroscopicamente na matéria-prima tornam-se camufladas na forma de pequenas partículas, as quais não são detectáveis sem o uso de um microscópio (BARBIERI et al., 2001).

## 2.6. Elaboração do melado

Os processos de produção do melado, assim como da rapadura e do açúcar mascavo compreendem várias etapas (Figura 4).

Todo o processo de produção reproduzido a seguir foi retirado do Manual CCP: Fabricação de Açúcar Mascavo, Melado e Rapadura, produzido pelos Centros Comunitários de Produção das Centrais Elétricas Brasileiras S.A (Eletrobras) em parceria com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura IICA e EMBRAPA (2014) (Figura 4).



**Figura 4.** Processos de produção de açúcar mascavo, rapadura e melado.

Fonte: Cerbelha; Eletrobrás; Embrapa (2014).

O processamento da cana-de-açúcar para a produção de açúcar mascavo, rapadura e melado segue praticamente o mesmo fluxograma. São usados os mesmos equipamentos e matéria-prima. A diferença está na adição de insumos diferentes e no tempo em que se atinge o “ponto” (temperatura e concentração ideais) para obtenção de cada um dos três produtos (ELETROBRÁS; IICA; EMBRAPA, 2014).

Para obtenção de um produto final de boa qualidade, além de outros aspectos, a cana-de-açúcar deverá apresentar um caldo limpo, ou seja, proveniente de um processo de corte sem a prática de queimadas, madura e dentro do período adequado de processamento. Para o processamento e fabricação do melado de cana-de-açúcar devem ser seguidas algumas etapas como:

- Recepção e limpeza da cana

Nessa etapa, realiza-se a pesagem (se necessário), retira-se a palha e lava-se a cana por jateamento com água limpa, para retirar sujeiras.

- Moagem e prensagem

Essa etapa ocorre no engenho localizado na área de recepção, que mói a cana-de-açúcar através da prensagem, separando a garapa (caldo) do bagaço. A cana deve ser moída no mesmo dia em que for colhida, ou no máximo no dia seguinte, para evitar que se torne ácida, perca água e reduza o volume do caldo. A alimentação do engenho deve ser constante e uniforme para que o equipamento consiga esmagar toda a cana e tirar o máximo de caldo possível, deixando o bagaço bem seco e triturado.

- Filtração e decantação do caldo

Saindo da moenda, o caldo passa por uma peneira, onde é filtrado, antes de seguir através de um tubo, por gravidade, até o tanque decantador. A decantação é necessária para retirar impurezas, tais como areia, folhas e bagacilhos. Depois do decantador, o caldo passa através de um tubo, também por gravidade, para um reservatório (caixa d'água plástica), de onde é bombeado para o tanque de armazenamento, posteriormente o caldo segue até o tacho concentrador onde será realizada a remoção de impurezas e cozimento.

- Preparo e limpeza do caldo

A remoção das impurezas durante a concentração do caldo é de fundamental importância para obter um xarope bem limpo, facilitando o trabalho de evaporação, além de produzir um melado de melhor qualidade.

A retirada de impurezas no tacho deve ser feita antes da fervura do caldo, para que elas não se dissolvam no caldo. Essa limpeza pode ser facilitada pelo uso da cal virgem (na forma de leite de cal): as reações químicas que vão ocorrer no caldo formam compostos em forma de flocos leves, que ficarão na espuma, podendo ser retirados pela parte superior do tacho, com auxílio de escumadeiras. Essa retirada de impurezas, que deve ocorrer durante toda a operação de concentração, garante a obtenção de um produto mais puro e claro.

#### - Concentração e cozimento

A concentração do caldo consiste na evaporação da água. Conforme o volume do líquido diminui gradualmente, o caldo fica cada vez mais denso, até atingir o “ponto” de cada um dos três produtos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Temperaturas e concentração de sólidos solúveis da massa (xarope) para os produtos.

<b>Produto</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Concentração (°Brix)</b>
Melado	106 a 108	74 a 78
Rapadura	114 a 120	88 a 91
Açúcar Mascavo	123 a 126	92 a 93

Fonte: Cerbelha; Eletrobrás; Embrapa (2014).

#### - Acidificação

A correção da acidez evita tanto o escurecimento do produto quanto o excesso de inversão da sacarose, o que é prejudicial para a produção de açúcares. Para saber a quantidade de cal virgem ou leite de cal a ser adicionado ao caldo, deve-se usar o papel indicador de pH.

O açúcar invertido é um ingrediente utilizado pela indústria alimentícia e consiste em um xarope quimicamente produzido a partir do açúcar comum, a

sacarose. A inversão do açúcar provoca a quebra da sacarose em dois açúcares que formam sua molécula: glicose e frutose.

Para garantir que não ocorra nenhuma cristalização da sacarose durante a estocagem do melado, é necessário promover algum grau de inversão desse açúcar durante a fase de concentração do caldo. A cristalização é considerada um defeito importante, que deprecia o produto para o mercado. Na inversão, determinada pela temperatura, acidez e concentração de sacarose do xarope, ocorre a hidrólise da sacarose, que se transforma em glicose e frutose. Para realizar a inversão, recomenda-se a adição de ácido cítrico, tipo alimentício, em solução aquosa a 80% p/v, na dosagem de 10 a 20 mL por litro de xarope.

#### - Obtenção do ponto de melado

O melado é obtido a uma temperatura menor que a rapadura e o açúcar, entre 106° e 108° C (Tabela 1). A concentração pode chegar a até 74° ou 78°Brix no produto comercial. Quanto maior o Brix do melado e menor atividade de água, mais longo é seu período de validade, mas menor será seu rendimento. Assim, o Brix do ponto depende do tipo de mercado que o fabricante quer atender ou tem disponível. A melhor maneira de verificar o ponto é medindo o Brix do melado. No entanto de acordo com Lopes et al. (2010) este procedimento não é prático, a utilização do método ebulliométrico no qual a concentração do xarope é correlacionada com a elevação do ponto de ebulição é a mais indicada. Segundo o autor, para se obter um melado com 70° Brix é necessário um elevação de 7°C no ponto de ebulição, assim a temperatura de corte deverá estar por volta de 105°C.

#### - Envase e embalagem

Do tacho concentrador o melado é transferido por meio de baldes inox para a envasadora, a embalagem dependerá de cada fabricante, mas é importante se atentar para a higiene durante o processo e na escolha de embalagens adequadas e assépticos. Depois do envasamento podem ser colocadas em caixas plásticas ou de papelão, para ser distribuído direto ao

mercado varejista e atacadista. O produto pode ser opcionalmente, embalado em bombonas plásticas assépticas de 20L para o mercado atacadista.

É importante destacar que quanto maior o número de manipulações durante o processo de fabricação, maior a chance de ocorrer contaminação e posterior, deterioração do produto (VILELA, 2016).

#### - Estocagem

O produto deve ser armazenado sobre pallets quando em grandes quantidades, em local arejado, sem incidência de luz solar direta, não sujeito a variações bruscas de temperatura e protegido de aves, insetos e roedores.

### **2.7. Umidade e atividade de água ( $A_w$ )**

O teor de umidade é a medida da quantidade total de água contida num alimento (água total), e é geralmente expresso como uma porcentagem (%) do peso total. É uma das medidas analíticas mais importantes, sendo utilizada no processamento e testes de produtos alimentícios, tendo importância direta para: processador e consumidor; qualidade do alimento; estabilidade do alimento; uniformidades de resultados; valor nutritivo e especificações de padrões de identidade e qualidade do produto. Como o custo da matéria prima é baseado no peso, algumas vezes os fabricantes tentam usar água adicional para obter lucros ilícitos. Quanto maior for o teor de umidade padrão do alimento, maior a chance de o produto ser fraudado (CECCHI, 2003; CUNHA, 2016).

É importante saber qual o teor de água presente no alimento (umidade e atividade da água), um fator importante no controle da taxa de deterioração (IAL, 2008).

A atividade de água é um fator importante a ser observado na qualidade do produto. Em relação à composição dos alimentos, a água é o que aparece em maior abundância e tem grande influência em sua conservação. O conteúdo total de água em um produto é conhecido como umidade. O volume de água livre disponível é considerado a atividade de água ( $A_a$  ou  $A_w$ ). Em termos práticos  $A_w$  é a água do alimento que vai reagir com os microrganismos

e influenciar na conservação do produto. Enquanto o teor de umidade é uma medida meramente quantitativa, medindo o percentual em peso, de toda água presente no alimento, tanto livre quanto ligada (WELTI; VERGARA, 1997). Neste contexto o estudo e a análise da atividade de água tem sido importante para garantir a estabilidade de alimentos e controlar o crescimento de microrganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar (CUNHA, 2016).

A atividade de água não é citada como parâmetro a ser estudado na legislação brasileira para melados (BRASIL, 1978; 2001) característica importante a ser observada em um alimento, o conhecimento desses valores em produtos com alto teor de açúcar ajuda a determinar a vida de prateleira, a escolher melhor os tipos de embalagens e as condições de armazenamento, além de ser um excelente ponto de partida para avaliar a qualidade do alimento, uma vez que a atividade de água, como já citado, está relacionada com a proliferação de microrganismos (CORREIA-OLIVEIRA et al., 2008).

A análise da  $A_w$  pode ser realizada na própria propriedade, pois requer apenas uma pequena quantidade do produto no momento do envase. A determinação da atividade de água pode ser feita pelo próprio produtor por meio de um aparelho simples que não exige muita técnica. Tal análise garante ao produtor importantes informações sobre o produto como segurança microbiológica, cor, estabilidade e durabilidade, solubilidade e textura, proporcionando um maior controle e aumento na qualidade do alimento (FELLOWS, 2006; WELTI; VERGARA, 1997).

O melado, por ser um produto composto de açúcares (65 a 75%), apresenta alta higroscopicidade, isto é, pode absorver água do ambiente, como também eliminar água para o ambiente (VILELA, 2016).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Matéria-prima

O estudo foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras - SP. Foram adquiridas 15 marcas comerciais de melado de cana-de-açúcar, as quais exibiram as seguintes informações nos seus rótulos: designação do produto, peso líquido, ingredientes e data de fabricação. Foram coletados três potes (amostras) de cada marca de mesmo lote (Tabela 2).

**Tabela 2.** Informações referentes as 15 marcas de melado adquiridas para análise.

<b>Marca/peso (g)</b>	<b>Preço unitário (R\$)</b>	<b>Orgânico</b>
A (330)	13,39	-
B (300)	10,49	x
C (500)	11,99	-
D (500)	8,80	-
E (440)	12,32	x
F (450)	16,70	x
G (450)	5,75	-
H (250)	8,99	-
I (500)	10,75	-
J (400)	9,50	-
K (330)	7,00	-
L (400)	3,70	-
M (380)	18,00	-
N (500)	17,00	-
O (380)	19,47	-

#### 3.2. Análises microbiológicas

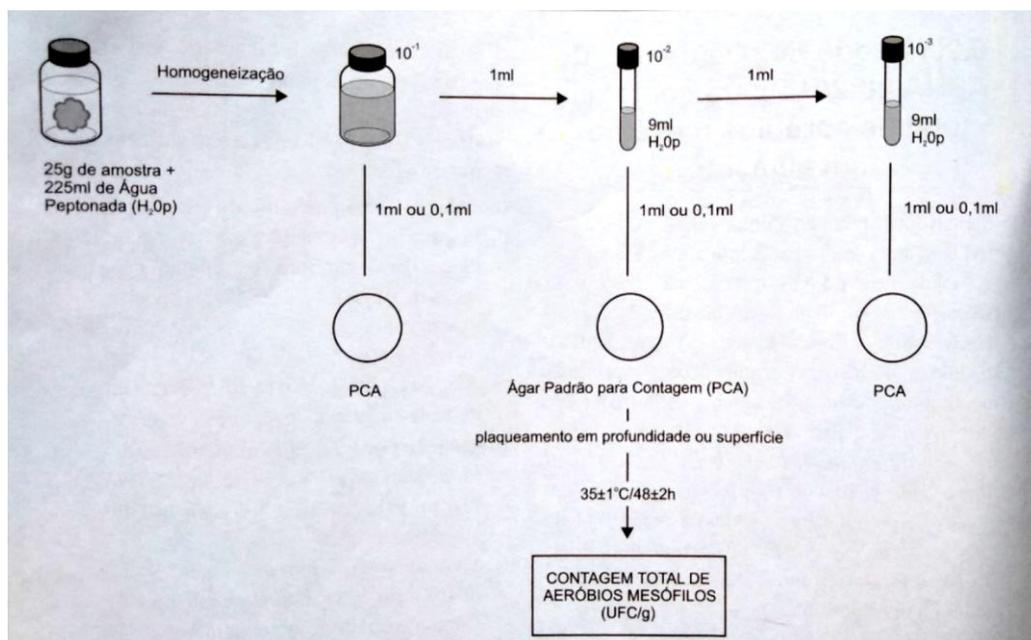
As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular (LAMAM) do DTAiSer/CCA/UFSCar, seguindo-se a metodologia da American Public Health Association (APHA, 2015) e Official Methods of Analysis (AOAC, 2016). As amostras foram analisadas quanto à quantidade de bactérias mesófilas aeróbias totais (APHA

08:2015), bolores e leveduras (APHA 21:2015), quantidade de esporos de bactérias termófilas *flat-sour* (APHA 25:2015), coliformes totais e *Escherichia coli* (Petrifilm - AOAC 991.14 - 3M Microbiology).

Todos os potes permaneceram lacrados e só foram abertos dentro da capela de fluxo laminar no momento da análise, seguindo-se todos os procedimentos da metodologia. Inicialmente foram pesados 25 g de amostra para as análises de bactérias mesófilas, bolores e leveduras e coliformes totais e 20g de amostra para a análise de bactérias termófilas *flat-sour*, de cada um dos 3 potes de melado de cada marca.

As alíquotas de 25 g foram diluídas em 225 mL de água destilada esterilizada se caracterizando como a 1<sup>o</sup> diluição ( $10^{-1}$ ) seguida de mais duas diluições  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ .

Para a contagem total de aeróbios mesófilos foi utilizado o método de plaqueamento em profundidade, sendo inoculado um mL de cada diluição em duas placas de Petri (duplicatas) separadas e estéreis, sendo utilizados 12 mL do meio de cultura Plate Count Agar (PCA). Foi feita a homogeneização do meio e inóculo. Após a solidificação as placas foram incubadas em estufa a 35°C por 48 horas (Figura 5). Após o período de incubação foram selecionadas as placas com 25 a 250 colônias, e os valores correspondentes às contagens das colônias foram somados e expressos em Unidades Formadoras de Colônias/g de amostra (UFC/g) através da fórmula geral  $UFC/g = c/d.v$ , sendo *c* o número de colônias na placa contada, *d* a diluição da placa contada e *v* o volume inoculado dessa diluição.



**Figura 5.** Esquema geral de análise para contagem total de aeróbios mesófilos em alimentos usando o método de plaqueamento APHA 08:2015.

Fonte: Silva et al. (2017).

Para a contagem de bolores e leveduras foi utilizado o método de plaqueamento em superfície, adicionando-se 0,1 mL de cada diluição do inóculo em 2 placas de Petri contendo o meio Batata Dextrose Agar (BDA) acidificado e solidificado. O inóculo foi distribuído no meio com a ajuda de uma alça de Drigalski das placas de maior para menor diluição. Após este processo já com as placas secas, estas foram incubadas em estufa a 25°C por cinco dias. Para contagem das colônias foram selecionadas as placas com 10 a 150 colônias (Figura 6). Para calcular o número de UFC/g de bolores foi multiplicado o número de colônias típicas de bolores por dez e pelo inverso da diluição. Para leveduras seguiu-se da mesma maneira. Finalmente para calcular o número total de bolores e leveduras foram somados os números de colônias de bolores e leveduras e multiplicado por 10 e pelo inverso da diluição e expressos em Unidades Formadoras de Colônias/g de amostra (UFC/g) como no exemplo em seguida.

Diluição  $10^{-2}$  (inoculados 0,1 mL);

Total de colônias típicas de bolores na placa = 30;

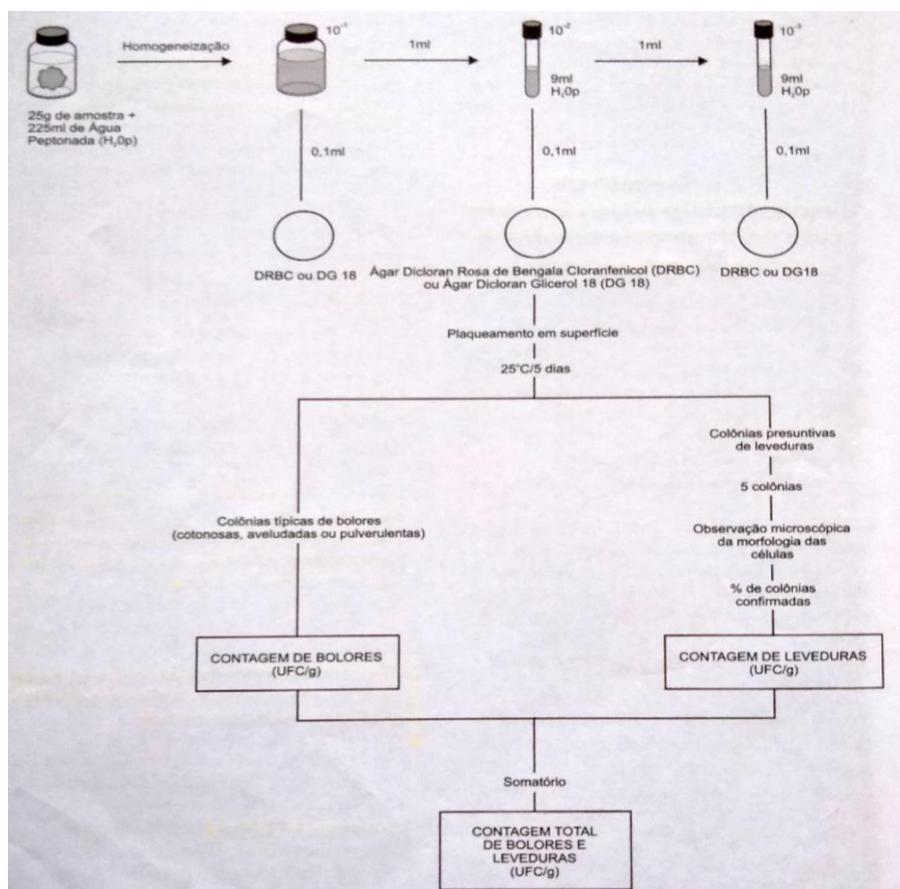
Colônias presuntivas de leveduras na placa = 40, cinco submetidas à confirmação, quatro confirmadas (80%);

Total de colônias de leveduras na placa =  $40 \times 0,8 = 32$ ;

UFC/g de bolores =  $30 \times 10^2 \times 10 = 3,0 \times 10^4$ ;

UFC/g de leveduras =  $32 \times 10^2 \times 10 = 3,2 \times 10^4$ ;

UFC/g de bolores e leveduras =  $(30+32) \times 10^2 \times 10 = 6,2 \times 10^4$ ;



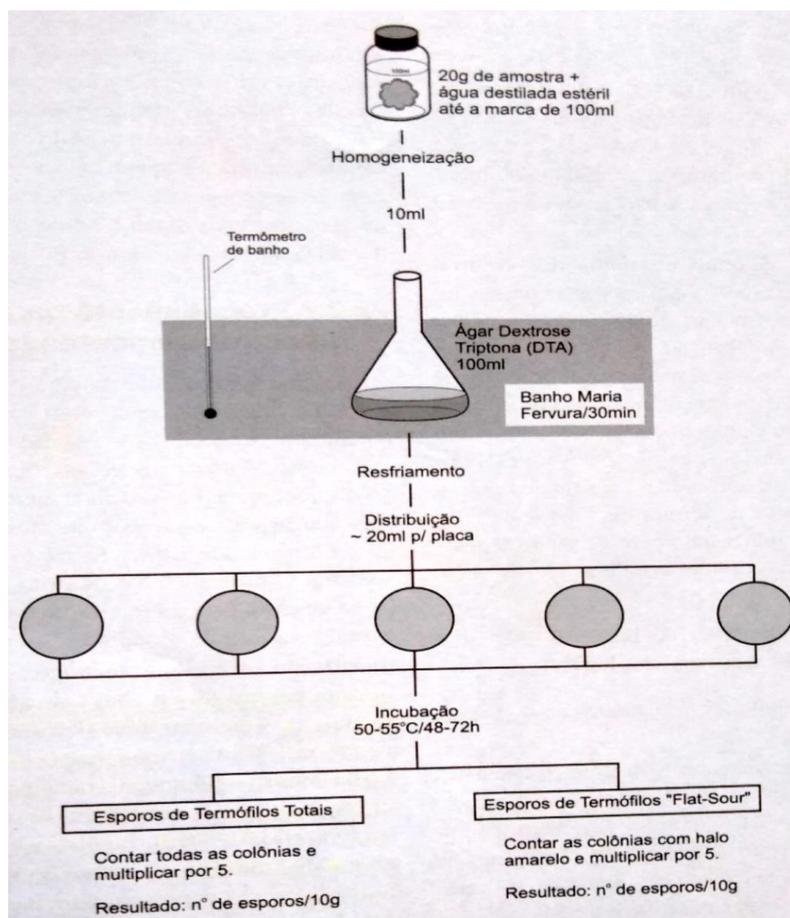
**Figura 6.** Esquema geral de análise para contagem de bolores e leveduras em alimentos pelo método de plaqueamento APHA 21:2015.

Fonte: Silva et al. (2017).

Para contagem de coliformes totais foi utilizado o método do Petrifilm inoculado 1 mL de cada diluição em placa de Petrifilm. A placa foi colocada em uma superfície plana e com a ajuda de uma pipeta foi depositado o volume de 1 mL na placa, posteriormente foi baixado o filme superior sobre o líquido

evitando a formação de bolhas, o líquido foi espalhado com o difusor com leve pressão espalhando o líquido sobre todo o filme. Após solidificação do gel as placas foram incubadas a 25 °C por 24 horas.

Para a contagem de esporos de termófilos *flat-sour* pesou-se 20 g da amostra em um frasco com marcação no volume de 100 mL, foi adicionada água destilada estéril até a marca de 100 mL e homogeneizado. Foram transferidos 10 mL da amostra homogeneizada para um Erlenmeyer de 300 mL, com 100 mL de Ágar Dextrose Triptona (DTA) estéril, fundida e resfriada a 55-60 °C. A amostra foi misturada ao meio de cultura e transferida para um banho fervente por 30 minutos. Após o choque térmico a amostra foi resfriada e distribuída em cinco placas de Petri estéreis. Após a solidificação as placas foram incubadas a 55 °C por 48 horas (Figura 7). Para a enumeração dos esporos as colônias de todas as placas foram contadas e multiplicadas por cinco e o resultado apresentado como número de esporos/10g de amostra. Para a enumeração dos esporos dos termófilos *flat-sour* apenas as colônias com halo amarelo foram contadas, multiplicadas por cinco e o resultado apresentado como número de esporos de termófilos *flat-sour* /10g de amostra.



**Figura 7.** Esquema de análise para contagem de esporos de termófilos aeróbios totais e *flat saur* em alimentos pelo método APHA 26:2015.

Fonte: Silva et al. (2017).

### 3.3. Análise do teor de umidade

A determinação da umidade foi feita pela perda de massa por secagem a 100-105°C em estufa à pressão atmosférica (IAL, 1985). As análises foram conduzidas no Laboratório de Análises e Simulação Tecnológica, CCA/UFSCar.

### 3.4. Análise de atividade de água ( $A_w$ )

A análise de  $A_w$  foi realizada em equipamento medidor da atividade de água da marca Testo, modelo 650 AW (Figura 8). A leitura foi feita após fechamento do compartimento, contendo uma alíquota de cada amostra de melado. Este equipamento utiliza o princípio do ponto de orvalho, em que a água é condensada em superfície espelhada e fria, sendo captada por sensor

infravermelho (ORSOLIN et al., 2015). As análises foram realizadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição da ESALQ, em Piracicaba - SP.



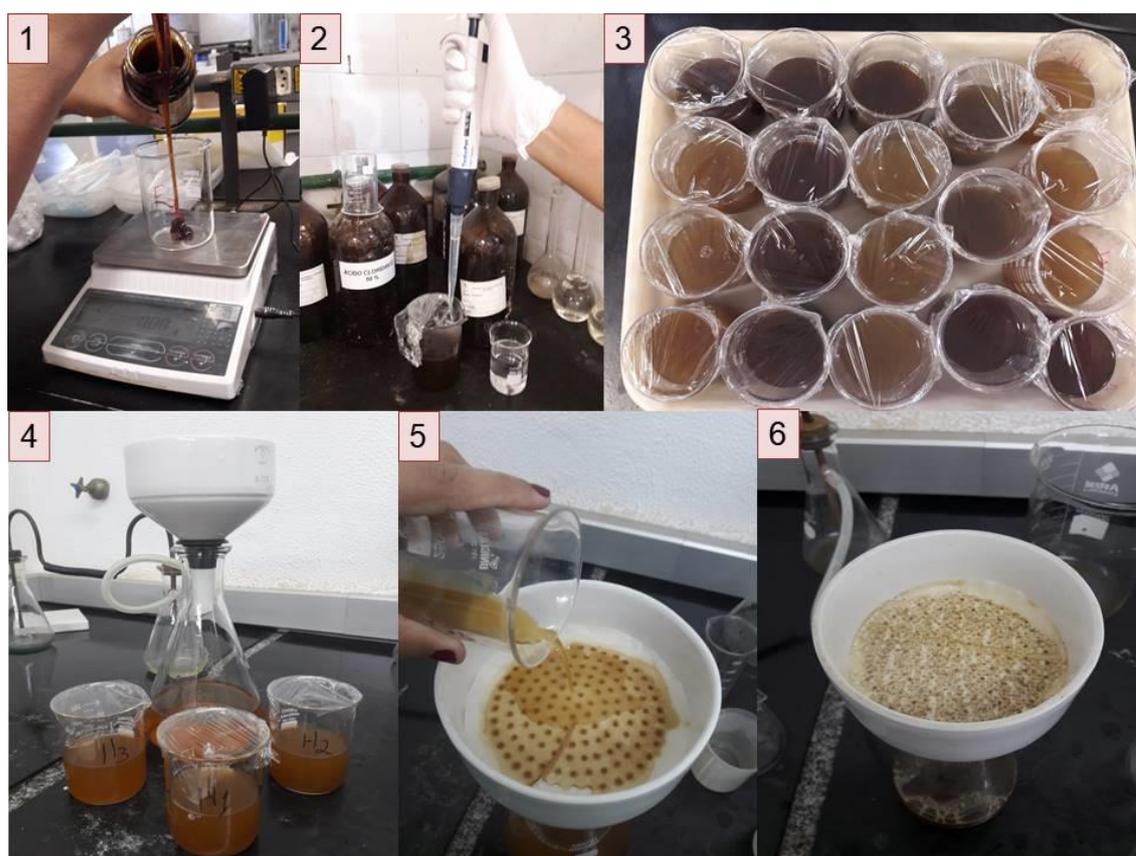
**Figura 8.** Imagem ilustrativa do aparelho utilizado para mensuração da atividade de água.  
Fonte: Jesus (2010).

### 3.5. Análise de matérias estranhas

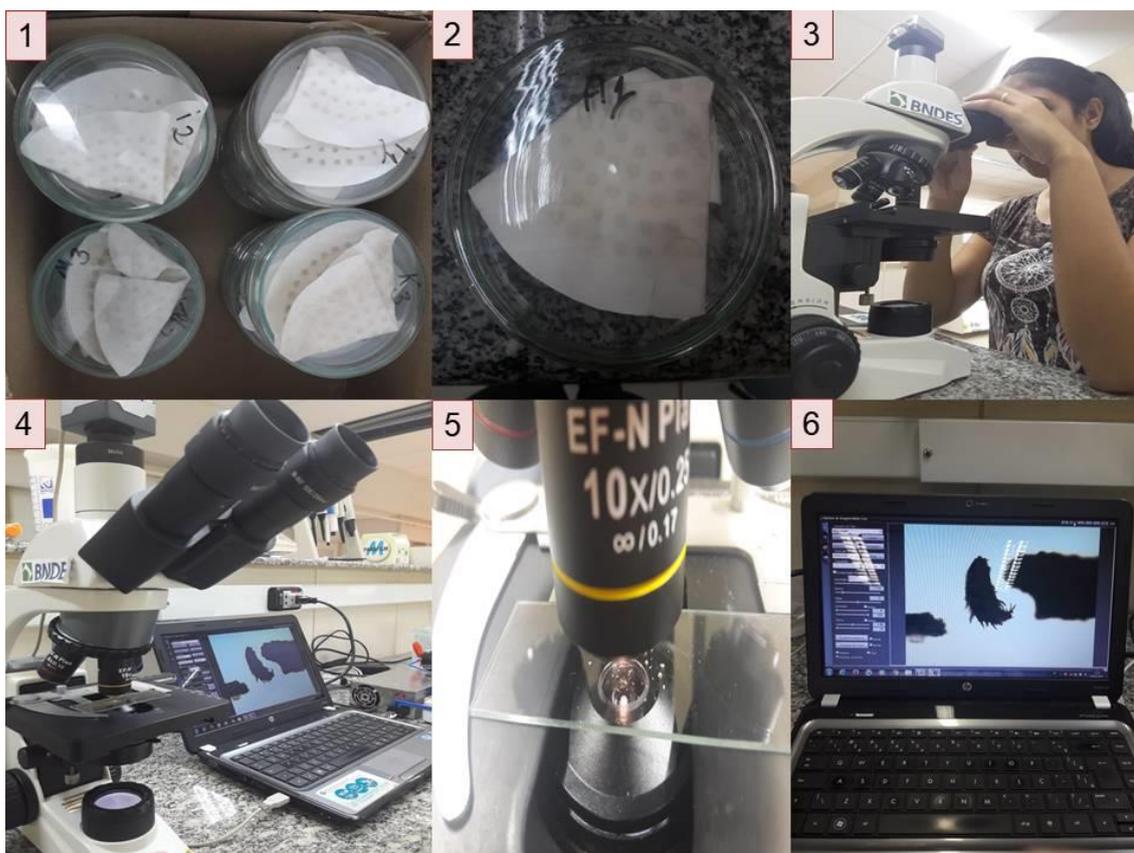
A observação de matérias estranhas e sujidades seguiram as orientações do método 945.79 da AOAC (AOAC, 2005) com adaptações. O procedimento consistiu na diluição de 10 g de amostra com 125 mL de água destilada acidificada com 2 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), seguida da filtração a vácuo em funil de *Buchner* com papel filtro, sendo este secado em estufa a  $105^\circ\text{C}$  (Figura 9), realizadas em triplicatas.

Os sedimentos presentes no papel filtro foram observados por intermédio de uma lupa (fator de ampliação de 1,5x) e um microscópio óptico de transmissão (modelo Motic BA210) equipado com objetiva de 10x. A identificação dos elementos encontrados foi registrado por fotografias e as imagens das amostras foram capturadas por uma câmera digital (modelo 2300, Moticam) acoplada ao microscópio (Figura 10).

O programa de captura de imagens foi o Motic images plus 2.0 do Laboratório de Microdestilaria de Álcool e Aguardente (UFSCar/CCA) (Figura 10).



**Figura 9.** Metodologia da análise de matérias estranhas. 1. Pesagem da amostra de melado (10 g); 2. Acidificação da amostra de melado diluída com 2 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ); 3. Amostras de melado acidificadas e prontas para serem filtradas; 4. Amostras de melado (triplicatas, H1, H2, H3); 5. Filtração a vácuo em funil de *Buchner* com papel filtro; 6. Sedimentos depositados após a filtração.



**Figura 10.** Análise dos sedimentos presentes no papel filtro após filtração e secagem.

1 e 2. Papel filtro contendo sedimentos filtrados após secagem em estufa a 105°C.

3. Observação dos sedimentos ao microscópio.

4. Microscópio óptico de transmissão.

5. Observação dos sedimentos com objetiva de 10x.

6. Imagem observada durante a análise por meio do programa de captura de imagens Motic images plus 2.0.

### 3.6. Análise dos resultados

Os dados obtidos por meio das análises microbiológicas foram comparados com referências documentadas no padrão da ANVISA (BRASIL, 2001), ICUMSA (2004) e National Canners Association citado no Roteiro para Treinamento de Controle Microbiológico do Açúcar - RTCMA (2008).

Para a análise dos dados de sujidades (matérias estranhas) comparou-se os resultados obtidos com a norma nacional vigente (BRASIL, 2014b).

Os valores de umidade foram avaliados realizando-se análise de variância (ANOVA) e médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análises microbiológicas

De acordo com a legislação brasileira o melado de cana-de-açúcar deve apresentar ausência de bactérias do grupo coliforme de origem fecal em 1 g de amostra, enquanto a concentração de bolores e leveduras não devem ultrapassar os  $5 \times 10^3$  UFC/g (BRASIL, 1978, BRASIL, 2001). Os resultados obtidos nas análises microbiológicas foram comparados, além da norma nacional ANVISA (1978, 2001), com os padrões internacionais da National Canners Association (2008) e da ICUMSA (2004) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores de referência dos padrões microbiológicos utilizados para açúcares.

	<b>ANVISA (1978/2001)</b>	<b>ICUMSA (2004)</b>	<b>National Canners Association (2008)</b>
Bactérias mesófilas	-	200 UFC/10 g	50 UFC/g
Bolores/leveduras	$5 \times 10^3$ UFC/g	20 UFC/10 g	50 UFC/g
Esporos <i>flat-sour</i>	-	50 esp/10g	50 esp/10 g
Coliformes fecais	$10^2$ UFC/g	Ausência	Ausência

Verificou-se que das 15 marcas avaliadas, cinco não estavam de acordo com as normas estabelecidas pelos padrões internacionais National Canners Association (2008) e ICUMSA (2004) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resultados das análises de bactérias mesófilas aeróbias totais e bolores e leveduras em 15 amostras comerciais de melado de cana-de-açúcar.

Melados	Bactérias mesófilas aeróbias totais (UFC/g)			Fungos (bolores e leveduras) (UFC/g)		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
A	4×10	5,4×10 <sup>2</sup>	4×10	4×10 <sup>2</sup>	2×10 <sup>2</sup>	9×10 <sup>2</sup>
B	4×10	<10	1,5×10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10
C	6×10	<10	3×10	<10	2×10 <sup>2</sup>	<10
D	<10	<10	<10	<10	<10	<10
E	2×10	<10	2×10	<10	<10	<10
F	2×10	9×10	1,5×10 <sup>2</sup>	<10	<10	<10
G	<10	<10	<10	<10	<10	<10
H	<10	<10	<10	7×10 <sup>2</sup>	3×10 <sup>2</sup>	5×10 <sup>2</sup>
I	<10	<10	<10	<10	<10	<10
J	<10	<10	<10	<10	<10	<10
K	9×10	<10	<10	<10	3×10 <sup>2</sup>	3×10 <sup>2</sup>
L	<10	<10	<10	8,5×10 <sup>3</sup>	1,6×10 <sup>4</sup>	7×10 <sup>2</sup>
M	2×10	2×10	<10	<10	<10	<10
N	<10	<10	<10	<10	<10	<10
O	<10	<10	<10	<10	<10	<10

\*A1, A2, A3 = Amostra.

Com relação à contagem de bactérias mesófilas totais foram encontrados valores de 5,4×10<sup>2</sup> UFC/g, 1,5×10<sup>3</sup> UFC/g, 6×10 UFC/g, 1,5×10<sup>2</sup> UFC/g e 9×10 UFC/g, indicadas respectivamente pelas letras A, B, C, F e K. Estas amostras não atendem ao padrão comercial internacional e, portanto, são impróprias para o consumo humano.

Embora as três amostras de cada marca de melado fossem do mesmo lote de fabricação, notaram-se diferentes graus de contaminação entre elas. Isso pode ser devido a falhas durante o processo de fabricação, envasamento, distribuição ou armazenamento, indicando uma necessidade de maior controle de qualidade do processo.

Verruma-Bernardi et al. (2007) realizaram análise de bactérias mesófilas em nove marcas de açúcar mascavo e observaram que três apresentaram

valores acima do recomendado para o padrão internacional da ICUMSA (2004) e National Canners Association (2008).

Generoso et al. (2009), estudando 31 marcas de açúcares mascavos comerciais, observaram que 10 delas não apresentaram boas condições de qualidade em termos de bactérias mesófilas, exibindo valores superiores a 50 UFC/g.

Silva et al. (1987) observaram que contagem excessiva de bactérias mesófilas em açúcares (10 vezes os limites estabelecidos) podem ser considerados inaceitáveis para o consumo direto, fato que foi observado na marca B (A3) (Tabela 4) que apresentou valor cerca de 30 vezes superior ao permitido.

Um estudo realizado por Silveira (2017), no qual foi analisado bactérias mesófilas em seis amostras de melado, mostrou que todas as amostras exibiram valores de bactérias mesófilas acima do máximo permitido pelas legislações internacionais ICUMSA (2004) e National Canners Association (2008), com valores de  $3 \times 10^1$ ,  $3,5 \times 10^2$ ,  $2,3 \times 10^2$ ,  $3,6 \times 10^2$  e  $3,4 \times 10^2$  UFC/g.

Araújo et al. (2011) estudaram a qualidade de açúcares mascavos e os resultados mostraram ausência de contaminação por bactérias mesófilas, estando, portanto, de acordo com os padrões das normas internacionais.

Entre as marcas do presente trabalho que se apresentaram abaixo do limite aceitável, as que exibiram maiores valores foram as marcas E e M, com valores situados em  $2 \times 10$  UFC/g, porém ainda dentro do valor permitido. Este resultado indica que em algum momento houve contaminação durante o processo de produção, e que apesar dos resultados estarem abaixo do limite permitido essa contaminação pode diminuir o tempo de prateleira do produto (COELHO et al., 2010).

Para obter o ponto de cozimento do melado devem-se atingir temperaturas de até  $108^\circ\text{C}$  (CERBELHA; ELETROBRÁS; EMBRAPA, 2014), condição para eliminar uma parcela significativa de microrganismos, entre eles bactérias mesófilas que não sobrevivem em temperaturas acima de  $50^\circ\text{C}$  (TORTORA et al., 2012; SILVA et al., 2017). Portanto, a presença de bactérias mesófilas no melado analisado indica que houve contaminação após o

processo de cozimento, provavelmente durante o envase ou armazenamento, devido à falta de higiene do local, ou da pessoa que o manipulou, ou do uso de embalagens contaminadas para o envase ou ainda da má vedação das embalagens, o que pode ter permitido a entrada de microrganismos.

De acordo com Parazzi et al. (2009) os fatores que contribuem para a ocorrência de contaminação por microrganismos no açúcar mascavo, por exemplo, e conseqüentemente no melado, resultam na sua quase totalidade, da inobservância das normas básicas dos procedimentos de manipulação dos alimentos, ou seja, da ausência da aplicação das boas práticas de fabricação (BPF) imprescindível para produção de alimentos.

Silva (2017b), avaliando a qualidade microbiológica de açúcares mascavos constatou que 11 das 15 marcas avaliadas não apresentaram-se em conformidade ao limite estabelecido pelas normas da ICUMSA e da National Canners Association, sendo encontrados valores de  $5,6 \times 10^1$ ,  $7,2 \times 10^1$ ,  $1,12 \times 10^2$ ,  $3,3 \times 10^2$ ,  $7,2 \times 10^1$ ,  $3,2 \times 10^1$ ,  $4,6 \times 10^1$ ,  $1,12 \times 10^2$ ,  $3,3 \times 10^2$ ,  $5,6 \times 10^1$  e  $3,6 \times 10^1$  UFC/g.

Quanto à norma nacional não existe um padrão que estabelece a quantidade máxima de bactérias mesófilas no melado, o que seria de suma importância, pois quantidades consideráveis dessas bactérias indicam condições higiênico-sanitárias insatisfatórias e falha no processo de fabricação, uma vez que tais bactérias só se desenvolvem em condições específicas de temperatura (20 a 40°C) (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

As marcas D, G, H, I, J, L, N e O expressaram valores de bactérias mesófilas abaixo de 10 UFC/g. A presença desta bactéria indica o histórico de manipulação a que o produto foi submetido. Portanto, pode-se inferir que, neste caso, a produção do melado ocorreu sem contato manual, ou ainda com controle rigoroso de higiene (PARAZZI et al., 2009).

Em relação à análise de bolores e leveduras, cinco das 15 marcas analisadas (A, C, H, K e L) não se adequaram aos valores máximos permitidos pelas normas internacionais (National Canners Association 2008; ICUMSA, 2004), uma vez que o menor valor encontrado entre elas foi de 200 UFC/g (Tabela 4). Em relação à norma nacional (que demonstra ser menos criteriosa quanto a quantidade máxima de bolores e leveduras, estabelecendo um limite

de 5000 UFC/g), a marca L exibiu valores extremamente acima do recomendado (16000 UFC/g), tornando-a imprópria para o consumo. Das cinco amostras contaminadas, as marcas A, H e L apresentaram contaminação nas três amostras analisadas, comprovando a total falta de controle da qualidade e da higienização durante o processo de fabricação do produto.

Parazzi et al. (2009), realizando um estudo microbiológico com açúcar mascavo, confirmaram que apenas uma de doze amostras estudadas estava contaminada (119 UFC/g), e que as contaminações por bolores, considerados como potenciais de deterioração em alimentos, estão relacionadas principalmente a problemas de conservação e armazenamento dos produtos.

Silveira (2017) analisando bolores e leveduras em seis amostras de melado constatou que apenas uma das amostras apresentou contaminação ( $3,5 \times 10^2$  UFC/g).

Reyes; Ortiz (2007) determinaram os requisitos mínimos de qualidade para o mel hidrolisado por intermédio de análises microbiológicas e constataram que microbiologicamente não apresentou contaminação, devido à realização do envase a quente. Desta forma, pode-se constatar que se o melado fosse envasado ainda quente logo após o término do seu cozimento, grande parte da contaminação por bolores e leveduras poderia ser evitada.

Para as análises de coliformes totais e *Escherichia coli*, todas as marcas estão em conformidade, tanto em termos nacionais, quanto internacionais (ANVISA, 2001; ICUMSA, 2004; NATIONAL CANNERS ASSOCIATION 2008). De acordo com Generoso et al. (2009), a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos é considerada uma indicação de contaminação devido, na maioria das vezes, à higiene e sanificação inadequadas durante o processamento de alimentos.

Segundo Sousa (2006), as contagens de coliformes são muito utilizadas nas análises de alimentos tratados termicamente. Nesse contexto, a presença de *E. coli*, por exemplo, é um indicativo de tratamentos térmicos inadequados ou de uma provável contaminação posterior, o que não foi verificado no presente estudo. Generoso et al. (2009) e Parazzi et al. (2009), realizando

análise microbiológica em açúcar mascavo, também não observaram presença de coliformes totais e *E. coli*.

Braun (2015) estudando a avaliação físico-química, microbiológica e de sujidades de rapaduras artesanais, observou que os resultados obtidos para as análises microbiológicas indicaram a ausência de coliformes a 45°C, estando dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira para rapaduras (BRASIL, 2001).

Em relação à análise de bactérias do tipo *flat-sour*, a norma nacional (BRASIL, 2001) não estabelece padrões microbiológicos para esse microrganismo (Tabela 3). Para as normas internacionais (ICUMSA, 2004; NATIONAL CANNERS ASSOCIATION, 2008), as marcas B, D e K apresentaram contaminação, com quantidades de 5, 10 e 5 esporos/10g respectivamente, porém com valores abaixo do máximo permitido (50 esporos/10g), indicando que todas as marcas atendem aos padrões exigidos. Esses resultados indicam que a qualidade dos melados analisados foi satisfatória em relação a este tipo de microrganismo.

As espécies de bactérias termófilas são esporogênicas e podem sobreviver durante o processo de fabricação do açúcar por suportarem altas temperaturas. Portanto, a sua baixa concentração indica a qualidade e eficiência do processo de fabricação e cozimento do melado, como também o estado de higiene do local de fabricação (PARAZZI et al., 2009).

Jesus (2010), analisando a presença de bactérias do tipo *flat-sour* em 10 amostras de açúcar mascavo, constatou que sete amostras adequavam-se aos limites tolerados pelas normas internacionais ICUMSA (2004) e National Canners Association (2008), enquanto três amostras não atenderam aos padrões estabelecidos.

Parazzi et al. (2009) observaram que seis amostras de quatro marcas comerciais de açúcar mascavo apresentaram contaminações por bactérias do tipo *flat-sour*, causadora da deterioração do tipo acidez plana.

Jay (2005) citou que, quando o processo de fabricação do açúcar mascavo, assim como do melado, é conduzido de maneira adequada, a contaminação é considerada inexistente, dado que no processamento são

atingidas temperaturas superiores às suportadas por grande parte dos microrganismos patogênicos. Portanto, uma parcela significativa da contaminação é resultante do armazenamento inadequado.

Para Metaxopoulos et al. (2003), os erros de manipulação muitas vezes contribuem para altas contagens de microrganismos. Entre eles há fatores como utensílios e instrumentos contaminados, veículos de transporte inaptos e falta de higiene do manipulador de alimentos.

As marcas D, G, I, J, N e O não expressaram contaminação por nenhum dos microrganismos estudados, podendo-se constatar que a fabricação desses produtos foi realizada com a aplicação de técnicas de boas práticas de fabricação e em local adequado.

#### **4.2. Análise de umidade e atividade de água**

Os resultados para umidade mostraram que houve diferença significativa entre as amostras de melado (Tabela 5). Os valores variaram de 9 a 26,1%, indicando que não há padronização entre as marcas.

**Tabela 5.** Resultados obtidos na determinação da umidade e  $A_w$  das 15 marcas comerciais de melado de cana-de-açúcar.

Melado	Umidade (%)	Atividade de água ( $A_w$ )
A	21,0 bc	0,66
B	26,1 a	0,73
C	15,8 ef	0,63
D	17,5 de	0,65
E	16,6 ef	0,67
F	21,4 b	0,66
G	15,9 ef	0,64
H	20,5 b	0,66
I	9,0 g	0,63
J	14,7 f	0,65
K	15,5 ef	0,64
L	25,5 a	0,73
M	19,4 cd	0,74
N	20,3 bc	0,74
O	9,4 g	0,65
Média	17,91	0,67
DP	1,01	
CV%	5,62	

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5%. DP: desvio-padrão; CV %: coeficiente de variação em %.

A legislação nacional (BRASIL, 1978) estabelece um máximo de 25% de umidade no melado. As marcas B e L apresentaram valores superiores (26,1 e 25,5%) não atendendo, portanto, ao padrão estabelecido. As marcas I e O apresentaram os menores valores com médias entre 9,0 e 9,4%, respectivamente, não se diferenciando entre si.

Vilela (2016), realizando um estudo com 14 amostras de melado, constatou que todas as amostras analisadas apresentaram teor de umidade por refratometria dentro do permitido (25%), as quais variaram de 15 a 22,4%, enquanto a umidade determinada por gravimetria variou de 10 a 23,6%.

Segundo Generoso et al. (2009) umidades elevadas possibilitam o desenvolvimento de microrganismos que causam a deterioração do produto, corroborando com o que foi observado na amostra B (A3) (Tabela 5) uma vez que esta amostra apresentou, de forma proporcional, além da contaminação por bactérias mesófilas, o maior teor de umidade.

Silva; Parazzi (2003), realizando um estudo com açúcar mascavo, observaram que amostras que apresentaram maior teor de umidade foram aquelas que exibiram maior crescimento de bolores e leveduras, condição similar a deste estudo, uma vez que a marca L que apresentou alto teor de umidade (25,5) foi a que exibiu a maior contaminação por bolores e leveduras em todas as amostras analisadas (Tabela 4). A alta umidade no melado pode indicar falha no armazenamento, indicando que as amostras absorveram umidade do ambiente durante este processo ou que a concentração do melado (fervura) não foi realizada até a umidade requerida (VILELA, 2016).

Silveira (2017) avaliando a umidade em seis amostras de melado de cana-de-açúcar observou que o teor de umidade variou de 17,2 a 29,1%, sendo que duas amostras exibiram valores fora dos permitidos pela legislação vigente.

Em relação à atividade de água, os resultados variaram de 0,63 a 0,74 (Tabela 4). Os maiores valores foram observados nas marcas B (0,73), L (0,73), M (0,74) e N (0,74).

Para a água pura, o valor máximo de atividade de água é 1, alimentos com valores altos (acima de 0,90) têm condições favoráveis de sofrer contaminação microbológica, uma vez que as soluções diluídas dos alimentos servem de substrato para o crescimento de microrganismos (MELO FILHO; VASCONCELOS, 2011). A partir da  $A_w$  igual a 0,60, tem-se um discreto ou nenhum crescimento de microrganismos. Neste contexto, o estudo e a análise da atividade de água têm sido importantes para garantir a estabilidade de alimentos e controlar o crescimento de microrganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar (CUNHA, 2016).

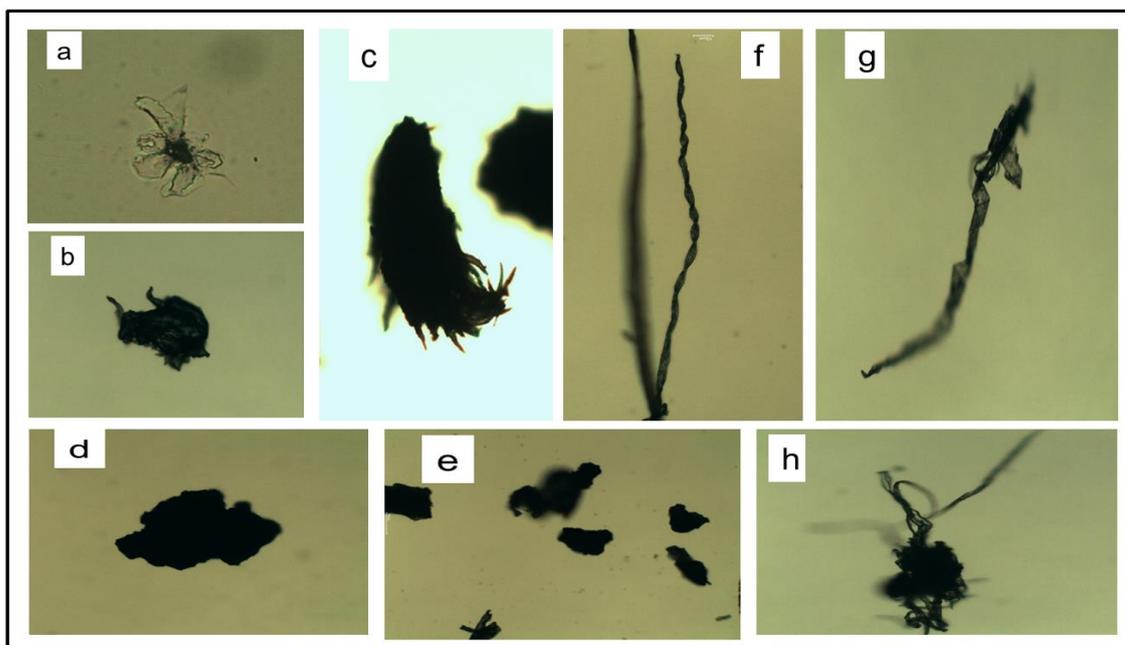
A marca L, que apresentou o maior teor de umidade e maior contaminação por bolores e leveduras, resultou também um dos maiores

valores de  $A_w$  (Tabela 3). Assim como a marca B, que igualmente apresentou o mesmo valor de  $A_w$  (0,73), também mostrou contaminação por bactérias mesófilas em uma de suas embalagens (A3) (Tabela 4).

As marcas M e N, apesar de terem expressado os maiores valores de  $A_w$  (0,74), não apresentaram nenhum tipo de contaminação microbiológica, o que evidencia que foi empregado um controle de qualidade criterioso e adequado durante o processo de produção.

### 4.3. Análise de matérias estranhas

A Figura 11 mostra imagens visualizadas nas amostras de melado analisadas.



**Figura 11.** Fotos de objetos estranhos visualizados em amostras de melado de cana-de-açúcar pelo uso de microscópio óptico em campo claro (objetiva de 10×): fragmentos de insetos (a, b, c), partículas carbonizadas (d, e), objetos não identificados (f, g, h).

As marcas C, D e I apresentaram objetos que não foram identificados (Figura 12) devido a insuficiência de metodologia de análise recomendada para o melado, bem como a carência de referência disponível na literatura para realizar comparação.

Prado et al. (2010), realizando análise de sujidades em caldo de cana-de-açúcar, descreveram pelos não identificados em 2,2% das 90 amostras analisadas. Segundo Brasil (2014), quaisquer substâncias ou agentes de origem biológica, química ou física, estranhos aos alimentos que sejam considerados nocivos à saúde humana ou que comprometam a sua integridade, são considerados contaminantes.

Dentre as 15 marcas de melados analisadas, 14 (93%) apresentaram algum tipo de matéria estranha, sendo que apenas a marca M atendeu à legislação nacional vigente (BRASIL, 2014) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Ocorrências de matérias estranhas nas marcas de melado de cana-de-açúcar.

Ocorrências	Melado														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Fragmentos de insetos		X					X					X			
Partículas carbonizadas	X			X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
Não identificados			X	X					X						

A maior ocorrência de contaminação ocorreu devido à presença de partículas carbonizadas, aparecendo em 73,3% das marcas analisadas (Tabela 6). Tal fato pode ser explicado devido à queima da lenha que é utilizada no processo de fabricação quando o alimento é processado de forma artesanal, particularmente em pequenas propriedades.

As marcas B, G e L apresentaram fragmentos de insetos, o que sugere falta de cuidados com a higiene durante o processo produtivo. Os insetos, além de depositarem seus excrementos sobre os alimentos, podem contaminar os produtos com microrganismos que se encontram aderidos ao seu corpo, o que corrobora com o observado na análise microbiológica (Tabela 3), na qual as marcas B e L apresentaram contaminação por microrganismos.

Prado et al. (2010), verificaram que das 90 amostras de caldo de cana analisadas, 29 (32,2%) estavam em desacordo quanto aos parâmetros microscópicos, apresentando sujidades como fragmentos de insetos, pelos de roedores, fibras sintéticas, areia, terra e partículas carbonizadas.

Silveira (2017), realizando análise de sujidades em seis amostras de melado, verificou a presença de sujidades em todas as amostras analisadas, com valores variando entre 1,3 a 0,4%.

Mallmann (2010) avaliou as propriedades microbiológicas e pesquisou as matérias estranhas e adulterações em mel de *Apis mellifera* produzidos na região Extremo-Oeste de Santa Catarina. Os resultados demonstraram que na parte microscópica houve desacordo com as normas vigentes, pois em todas as amostras obteve-se alguma ocorrência.

Braun (2015) realizando estudo com rapaduras artesanais verificou que os resultados da pesquisa de matérias estranhas e sujidades indicaram a presença de impurezas indesejáveis e a ausência de insetos e ácaros. A autora ainda cita que estes resultados indicam que as amostras de rapaduras artesanais avaliadas estão em desconformidade com a Resolução RDC nº14, de 28 de março de 2014, verificando-se a necessidade de uma revisão na legislação vigente com o estabelecimento de limites de tolerância para matérias estranhas na rapadura.

Segundo César; Silva (2003) o processo de lavagem da cana-de-açúcar que deve ser executado antes da moagem geralmente não é realizado em unidades pequenas de agricultura familiar, o que possibilita maior carga de sujidade no melado produzido.

A elevada quantidade de sujidades verificadas na análise podem estar associadas a diversos fatores como o uso de cana-de-açúcar colhida com o recurso da queima, limpeza ineficiente da cana de açúcar durante o corte e do caldo após a moagem e concentração (BRAUN, 2015).

Produtos como a cana-de-açúcar e o açaí, por exemplo, podem servir como veículos de transmissão oral de doenças, como a Doença de Chagas Aguda (DCA) transmitida pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* por intermédio de material fecal de insetos vetores hematófagos como o barbeiro, por exemplo (PRADO et al., 2010).

Estudos que avaliam a contaminação por matérias estranhas, pragas e vetores contribuem de maneira significativa para a melhoria da qualidade de alimentos e bebidas à base de vegetais (PRADO et al., 2010).

## 5 CONCLUSÃO

- Verificou-se que das 15 marcas de melado avaliadas apenas uma (marca M) atendeu a todos os padrões analisados adotados pelas legislações nacionais e internacionais utilizadas na pesquisa. O restante das marcas não atendeu as legislações nacionais e internacionais vigentes nos quesitos quantidade de bactérias mesófilas, bolores/leveduras e matérias estranhas e teores de umidade.

- A atividade de água e o teor de umidade estavam relacionados à contaminação por bactérias mesófilas, bolores e leveduras de algumas marcas de melado analisadas, porém mais estudos devem ser feitos para se comprovar tal relação.

- A presença de sujidades foi visível em 93% das marcas analisadas, indicando que não existe um controle de qualidade nesse sentido, sendo necessárias maiores orientações aos produtores de melado.

- A norma RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, que especifica os padrões microbiológicos para alimento, não contém informações suficientes para indicar a qualidade microbiológica do melado como, por exemplo, o valor máximo para quantidades de bactérias mesófilas, sendo necessária, portanto, uma atualização.

- O estudo indica a necessidade da elaboração de normas técnicas adequadas para a produção do melado no Brasil, para que este tenha uma identidade e um padrão de qualidade e possa ser consumido com segurança, promovendo, desta forma, segurança alimentar, confiança por parte dos consumidores e valorização do produto.

## REFERÊNCIAS

AMOROZO, M.C.M.; CULTRERA, M.; MOTA MIRANDA, T. Ethnobotanical studies in small-scale agriculture: Local knowledge and maintenance of agricultural diversity. *In*: ALBUQUERQUE, U.P.; ALVES RAMOS. (Ed.) **Current Topics in Ethnobotany**, Kerala: Research Signpost, 2008, p. 81-99.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 12 de 1978. ANVISA. 1978. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 17 fev. 2017.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. ANVISA. 2001. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. **Association of Official Analytical Chemists**. Gaithersburg, 18<sup>a</sup> ed., p. 34. 2005.

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International (OMA) Online. AOAC International, v.2, 20<sup>a</sup> ed. p. 3100. 2016. Disponível em: <<http://www.eoma.aoc.org/>>. Acesso em: 14 de mar. 2017.

APHA. American Public Health Association. *In*: SILVA, N. (Ed.) **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5<sup>a</sup> ed. São Paulo, Blucher p. 535, 2015.

ARAUJO, K.R.; NUNES, K.H.S.; TOMAZ, P.A.; DUARTE, V.X.; PORFIRIO, C.; SANTOS, B. **Microscopia dos alimentos**. Universidade Paulista, Brasília-DF. 2015. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/29680308/microscopia-de-alimentos>> Acesso em: 14 set. 2018.

ARAÚJO, E.R.; BORGES, M.T.M.R.; CECCATO-ANTONINI, S. R.; VERRUMA-BERNARDI, M.R. Qualidade de açúcares mascavo produzidos em um assentamento da reforma agrária. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 617-621, 2011.

BARBIERI, M.K.; ATHIÉ, I.; PAULA, D.C. de; CARDOZO, G.M.B.Q. **Microscopia em alimentos**: identificação histológica e material estranho. Campinas: Centro de informação em alimentos – ITAL, 2001. 151 p.

BARROS, F.B.; SILVA, L.M.S. Agroecologia e aproximações de saberes como essência do desenvolvimento sustentável nos trópicos. *In*: GOMES, J. C. C.; ASSIS, W. S. (Ed.). **Agroecologia**: Princípios e reflexões conceituais. Brasília: EMBRAPA, 2013, v.1, p. 118-119.

BARNES, A.C. **The sugar cane**. London: Leonar Hill Books, 1974. 572 p.

BERNARDES, M.S.; CÂMARA, G.M. de S. **Cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2001. 20 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução CNNPA nº 12 de 1978. ANVISA. 1978. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 17 fev. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. ANVISA. 2001. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 271, de 22 de setembro de 2005. ANVISA. 2005 a. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC

nº 269, de 22 de setembro de 2005. ANVISA. 2005 b. Disponível em: < [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm)>. Acesso em: 10 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014a. 156 p. Disponível em: < <https://www.diabetes.org.br/publico/images/pdf/guia-alimentar-para-a-pop-brasiliera.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 14, de 28 de março de 2014. ANVISA. 2014b. Disponível em: < [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. Agricultura Familiar e o Desenvolvimento Agrário, Pronaf: 20 anos de apoio aos agricultores familiares. 2015. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/pronaf-20-anos-de-apoio-aos-agricultores-familiares>>. Acesso em: 10 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura. 2016. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/> >. Acesso em: 19 out. 2018.

**BRAUN, C.L.K. Avaliação físico-química, microbiológica e de sujidades de rapaduras artesanais produzidas na baixada cuiabana, Mato Grosso, Brasil.** 2015. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá Bela Vista, Cuiabá, 2015.

BORBA, M.M.Z.; BAZZO, A.M. Estudo econômico do ciclo produtivo da cana-de-açúcar para reforma de canavial, em área de fornecedor do Estado de São

Paulo. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS: SOBER, 2009.

BORBA, R. **As relações de negócios entre produtores de melado e as fábricas de rapaduras de Santo Antônio da Patrulha, RS.** 2011. 53f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação Tecnológica em Planejamento e Gestão para Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santo Antônio da Patrulha, 2011.

BRAIBANTE, M.E.F.; PAZINATO, M.S.; ROCHA, T.R.; FRIEDRICH, L.S.; NARDY, F.C. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013.

CAPORAL, F.; COSTABEBER, J. Análise multidimensional da sustentabilidade – uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 70-85, 2002.

CARDOSO, L.A. **O PRONAF no programa municipal de qualificação produtiva do melado e açúcar mascavo – Puro Engenho: estudo de caso em uma agroindústria rural familiar do município de Santo Antônio da Patrulha - RS.** Trabalho de conclusão de curso. 2011. 41f. Monografia (Tecnólogo em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural) – Santo Antônio da Patrulha, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santo Antônio da Patrulha, 2011a.

CARDOSO, S.; RÜBENSAM, J.M. **Elaboração de projetos para agroindústrias.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011b. 66 p.

CARVALHO, I.T. **Microbiologia dos alimentos.** 2010. Disponível em: < <http://pronatec.ifpr.edu.br/wp->

content/uploads/2013/06/Microbiologia\_dos\_Alimentos.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2019.

CESAR, M.A.A.; SILVA, F.C. Pequenas Indústrias Rurais de Cana-de-açúcar, Melado, Rapadura e Açúcar Mascavo. 2003. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Pequenasindustriarurais\\_000ft7j8ao102wyiv80ukm0vf70megy1.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Pequenasindustriarurais_000ft7j8ao102wyiv80ukm0vf70megy1.pdf)>. Acesso em: 13 ago. 2018.

CHAVES, J.B.P.; FERNANDES, A.R.; SILVA, C.A.B. Produção de açúcar mascavo, melado e rapadura (capacidade 9 toneladas/dia de cana-de-açúcar). **Research Gate**, v.1, n.4, p.119-169. 2003. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/301867366\\_PRODUCAO\\_DE\\_ACUCAR\\_MASCAVO\\_MELADO\\_E\\_RAPADURA\\_1\\_Capacidade\\_9\\_toneladasdia\\_de\\_cana-de-acucar](https://www.researchgate.net/publication/301867366_PRODUCAO_DE_ACUCAR_MASCAVO_MELADO_E_RAPADURA_1_Capacidade_9_toneladasdia_de_cana-de-acucar)>. Acesso em: 20 abr. 2018.

CHAVES, J.B.P. **Como produzir rapadura, melado e açúcar mascavo**. Viçosa: CPT. 2008. 258 p.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 2003. 207 p.

CERBELHA, H.; ELETROBRAS; EMBRAPA. **Fabricação de açúcar mascavo, melado e rapadura**: uso produtivo e eficiente da energia elétrica. Rio de Janeiro, 2014. 77 p.

CORREIA-OLIVEIRA, M.; FERREIRA, A.F.; PODEROSO, J.C.M.; LESSA, A. C.V.; ARAÚJO, E.D.; CARNELOSSI, M.A.G.; RIBEIRO, G.T. Atividade de água ( $A_w$ ) em amostras de pólen apícola desidratado e mel do Estado de Sergipe. **Revista da Fapese**, v. 4, n. 2, p. 27-36, 2008.

COELHO, A.I.M.; MILAGRES, R.C.R.M.; MARTINS, J.F.L.; AZEREDO, R.M. C.; SANTANA, A. M. C. Contaminação microbiológica de ambientes e de

superfícies em restaurantes comerciais. **Ciencia e Saúde Coletiva**, v. 15, n. 1, p. 1597-1606, 2010.

CUNHA, H.V.F. A diferença entre atividade de água ( $A_w$ ) e o teor de umidade nos alimentos. **Food Safety Brazil**. 2016. Disponível: <<https://foodsafetybrazil.org/diferenca-entre-atividade-de-agua-aw-e-o-teor-de-umidade-nos-alimentos/>>. Acesso em: 13 set. 2017.

DANTAS, L.C.; THIOLENT, M. **Valorização de produtos sucroalcooleiros artesanais em base territorial**: um estudo de caso. 2004. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ENEGEP2004\\_Enegep0111\\_0072\\_valorizacao\\_000fjd78h4402wyiv809gkz51oigpzlx.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ENEGEP2004_Enegep0111_0072_valorizacao_000fjd78h4402wyiv809gkz51oigpzlx.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2018.

DELGADO, A.A., DELGADO, A.P. **Produção de açúcar mascavo, rapadura e melado**. Piracicaba: Editora Alves, 1999. 154 p.

ELETROBRÁS; IICA; EMBRAPA. **Fabricação de açúcar mascavo, melado e rapadura**: uso produtivo e eficiente da energia elétrica. Rio de Janeiro, p.77. 2014.

EMÍDIO, J.E. **Hidrólise enzimática na fabricação de melado de cana-de-açúcar**. 2016. 53f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2016.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Visão geral das tendências de alimentos e bebidas no Brasil: uma entrevista com Angelica Salado. 2017. Disponível em: <<https://blog.euromonitor.com/overview-food-drink-trends-brazil-interview-angelica-salado/>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

FAO. FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#compare>> 2013. Acesso em: 06 nov. 2018.

FAPESP. **Etanol brasileiro pode substituir 13,7% do petróleo consumido no mundo**. 2017. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/etanol-brasileiro-pode-substituir-137-do-petroleo-consumido-no-mundo/26505/>> Acesso em: 25 out. 2018.

FELLOWS P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Atheneu, 2008. 182 p.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005. 238p.

GADELHA, E.G.A agroecologia é o nosso futuro. In: EPAMIG. **Agricultura orgânica e agroecológica**. v. 36. n. 287. Belo Horizonte: EPAMIG, 2015. p. 4.

GASPAR, L. **Mel de engenho (melado)**. Pesquisa Escolar Online, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. 2012. Disponível em: < [http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=936:mel-de-engenho-melado&catid=48:letra-m](http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=936:mel-de-engenho-melado&catid=48:letra-m)>. Acesso em: 10 set. 2018.

GENEROSO, W.C.; BORGES, M.T.M.R.; CECCATO-ANTONINI, S.R.; MARINO, A.F.; SILVA, M.V.M.; NASSU, R.T.; VERRUMA-BERNARDI, M.R. Avaliação microbiológica e físico-química de açúcares mascavos comerciais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 2, p. 259-268, 2009.

GIMENEZ, A.R.; ALTOPIEDI, L. G.; CARBALHO, N. V.; SILVA, L.C.M.; LIRIA, C.W. O aumento da produtividade e a busca pela excelência na produção do etanol brasileiro: uma história de sucesso. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 2, p. 01-19, 2018.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição de alimentos**. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição de alimentos**. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/resources/ediorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimento\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/ediorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimento_2008.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2018.

ICUMSA. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. England. 2004.

IMMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Informação ao consumidor: açúcar**. 1999. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/acucar.asp>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. Trad. Eduardo Cesar Tondo et al. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JAIWAL, D.; DE SOUZA, A.P.; LARSEN, S.; LEBAUER, D. S.; MIGUEZ, F.E.; SPAROVEK, G. Brazilian sugarcane ethanol as an expand ablegreen alternative to crude oil use. **Nature Climate Change**, v. 7, p. 788-792, 2017.

JESUS, D.A. **Qualidade microbiológica de amostras de açúcar mascavo. Dissertação de mestrado**. 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências) –

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

LANDELL, M.G.A. **Novas variedades de cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 28p.

LOPES, C.H.; GABRIEL, A.V.M.D. **Tecnologia de produção de açúcar de cana**. São Carlos: Edufscar, 2011. 183 p.

LOPES, C.H.; BORGES, M.T.M.R.; GOMES, M.S.M.; VERRUMA-BERNARDI, M.R. **Elevação do ponto de ebulição do caldo e xarope de cana-de-açúcar na produção de açúcar mascavo, rapadura e melado**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 53., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: 2010. p. 624.

LUCCHESI, A.A. SUGARCANE (In Brazilian). In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Ed.). **Ecophysiology of extractive crops**: sugarcane, rubber, coconut, oil palm and olive. Piracicaba: Cosmópolis Stoller do Brasil, 2001. v.1, p. 13-45.

MACHADO, D.L.L. **Transformações no mercado de melado de cana-de-açúcar para os produtores de Santo Antônio da Patrulha, participantes do programa puro engenho**. 2011. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santo Antônio da Patrulha, 2011.

MALLMANN, B.A. **Avaliação microbiológica e pesquisa de matérias estranhas e sujidades em méis coloniais de *Apis mellifera* produzidos na região extremo-oeste catarinense**. 2010, 68f. Monografia (Graduação em Farmácia) - Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ. Chapecó. 2010.

MELO FILHO, A.B.; VASCONCELOS, M.A.S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 2011. 78 p.

MÉSZÁROS, I. **Para além do capital**: Rumo a uma teoria da transição São Paulo: Boitempo Editorial, 2002. Disponível em: <<https://nupese.fe.ufg.br/up/208/o/para-alem-do-capital.pdf?1350933922>>.

Acesso em: 10 nov. 2018.

METAXOPOULOS, J.; KRITIKOS, D.; DROSINOS, E.H. Examination of microbiological parameters relevant to the implementation of GHP and HACCP system in Greek meat industry in the production of cooked sausages and cooked cured meat products. **Food Control**, v. 14, n. 5, p. 323-332, 2003.

MILANEZ, A.Y.; NYKO, D.; VALENTE, M.S.; SOUZA, L.C.; JESUS, C.D.F.; WATANABE, M.D.B.; CHAGAS, M.F.; REZENDE, M.C.A.F.; CAVALETT, O.; JUNQUEIRA, T.L.; GOUVÊIA, V.L.R. **De promessa à realidade: como o etanol celulósico pode revolucionar a indústria de cana-de-açúcar – uma avaliação do potencial competitivo e sugestões de política pública**. Biocombustíveis BNDES Setorial 41, p. 237-294, 2015. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4283/1/BS41-De%20promessa%20a%20realidade\\_como%20o%20etanol%20celul%C3%B3sico%20pode%20revolucionar%20a%20ind%C3%BAstria%20da%20cana-de-a%C3%A7%C3%ACar.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4283/1/BS41-De%20promessa%20a%20realidade_como%20o%20etanol%20celul%C3%B3sico%20pode%20revolucionar%20a%20ind%C3%BAstria%20da%20cana-de-a%C3%A7%C3%ACar.pdf)>. Acesso em: 14 fev. 2019.

MORAIS, L.K.; CURSI, D.E.; SANTOS, J.M.; SAMPAIO, M.; CÂMARA, T.M. M.; SILVA, P.A.; BARBOSA, G.V.; HOFFMANN, H.P.; CHAPOLA, R.G.; JÚNIOR, A.R.F.; GAZAFFI, R. **Melhoramento genético de cana-de-açúcar**. 2015. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 20 set. 2018.

NATIONAL CANNERS ASSOCIATION. *In*: RTCM. **Roteiro para treinamento de controle microbiológico do açúcar**. Piracicaba: Fermentec, 2008. 53 p.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Estudos avançados**, v. 15, n. 43, p 83-100, 2001.

NEO MONDO. Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. 2018. Disponível em: < <http://www.neomundo.org.br/2018/06/21/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-de-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

NOGUEIRA, F.S.; FERREIRA, K.S.; CARNEIRO JUNIOR, J.B.; PASSONI, L.C. Minerais em melados e em caldos de cana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, p. 727-731, 2009.

OLIVEIRA, J. C.; NASCIMENTO, R. de J.; BRITTO, W. S. F. Demonstração dos custos da cadeia produtiva da rapadura: estudo realizado no Vale do São Francisco. **Custos e @gronegócio Online**, v. 3, p. 79-99, 2007.

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

OLSON, K.E.; SORRELLS, K.M. Thermophilic flat sour sporeformers. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. (Ed). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: APHA, 2001. p. 245-248.

ORSOLIN, D.; STEFFENS, C.; ROSA, C.D.; STEFFENS, J. Redução do tempo no processo de cozimento de mortadela e avaliação da qualidade final do produto. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 589-597, 2015.

PADULA, J.; CARDOSO, I.M.; FERRARI, E.A.; SOGLIO, F.K.D. Os caminhos da Agroecologia no Brasil. In: GOMES, J.C.C.; ASSIS, W.S. (Ed.). **Agroecologia: Princípios e reflexões conceituais**. Brasília: EMBRAPA, 2013,

v.1, p. 40-64.

PARAZZI, C.; JESUS, D.A.; LOPES, J.J.C.; VALSECHI, O.A. Análises microbiológicas do açúcar mascavo. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 3, p. 32-40. 2009.

PEREZ-CASSARINO, J. Agroecologia, mercados e sistemas agroalimentares: uma leitura a partir da soberania e segurança alimentar e nutricional. In: GOMES, J. C. C.; ASSIS, W. S. (Ed.). **Agroecologia: Princípios e reflexões conceituais**. Brasília: EMBRAPA, 2013, v.1, p. 226.

PRADO, S.D.P.T.; BERGAMINI, A.M.M.; RIBEIRO, E.G.A.; CASTRO, M.C.S.; OLIVEIRA, M.A. Avaliação do perfil microbiológico e microscópico do caldo de cana in natura comercializado por ambulantes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 1, p. 58-59. 2010.

PÓVOAS, L. de C. **O ciclo de açúcar e a política de Mato Grosso**. Cuiabá: IHGMT, 2000.

REYES, A.E.F.; ORTIZ, R.K.. **Determinación de Requisitos Mínimos de calidad panela para, azúcar orgánico, y miel hidrolizada en la provincia de Imbabura**. 2007, 9f. Artículo Científico (Tesis Previa Ingeniero Agroindustrial) - Universidad Técnica del Norte. Ibarra/Ecuador. 2007.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. 1995. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAQEkAK/fisiologia-cana-acucar>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

RODRIGUES, L.D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação**. 2010. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso

(Especialização em Análise Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.

RTCM. **Roteiro para treinamento de controle microbiológico do açúcar.** Piracicaba: Fermentec, 2008. 53 p.

ROVIERO, A. **Terras nas mãos dos pequenos:** relações produtivas e econômicas dos pequenos produtores de cana para as usinas de açúcar e álcool do interior paulista. 2015. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2015.

SILVA, A.R.; PARAZZI, C. Monitoramento microbiológico do açúcar mascavo. In: Congresso de Iniciação Científica, 11., 2003, São Carlos, São Paulo. **Anais...** São Carlos: UFSCar. 2003.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; GOMES, R.A.R.; OKAZAKI, M.M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água.** São Paulo: Blucher, 2017a. 535 p.

SILVA, B.I. **Ciclo da cana-de-açúcar.** 2008. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/historia/ciclo-da-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 07 mar. 2018.

SILVA, F.C.; CESAR, M.A.A.; SILVA, C.A.B. **Pequenas indústrias rurais da cana-de-açúcar: melado, rapadura e açúcar mascavo.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2003. 155 p.

SILVA, L.M.S. O papel didático da crise da agricultura moderna para a compreensão da ascensão de um enfoque agroecológico. In: WAQUIL, P.D.; GUERRA, G.A.D. (Org.). **Desenvolvimento rural sustentável no norte e sul do Brasil.** Belém: Paka Tatu, 2013. p. 227-247.

SILVA, B.I. **Ciclo da cana-de-açúcar.** 2008. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/historia/ciclo-da-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 08 out. 2018.

SILVA, R.F. **Qualidade microbiológica, físico-química, instrumental e sensorial de marcas de açúcares mascavo.** 2017. 53f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2017b.

SILVEIRA, J.O. **Caracterização e avaliação da qualidade do melado de cana-de-açúcar produzido na região de Santo Antônio da Patrulha - RS.** 2017. 35f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agroindustrial) – Escola de química e alimentos – EQA, Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, 2017.

SOUSA, C.P. Segurança alimentar e doenças veiculadas por alimentos: utilização do grupo coliforme como um dos indicadores de qualidade de alimentos. **Revista APS**, v. 9, n. 1, p. 83-88, 2006.

SOUSA, R.S.; CARNEIRO, J.G.M. Pesquisa de sujidades e matérias estranhas em mel de abelhas (*Apis mellifera* L.). **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 32-33, 2008.

SOUSA, R.P.; MARTINS, S.R. **Construção do conhecimento agroecológico: desafios para a resistência científico-acadêmica no Brasil.** In: GOMES, J. C. C.; ASSIS, W. S. (Ed.). **Agroecologia: Princípios e reflexões conceituais.** Brasília: EMBRAPA, 2013, v.1, p. 77.

SOUZA, E.F.; BERNARDO, S.; CARVALHO, J.A. Função de produção da cana-de-açúcar em relação à água para três variedades em Campos dos Goytacazes. **Engenharia Agrícola**, v.19, n.1, p.28-12, 1999.

SOSA, B.M.; JAIME, A.M.R.; LOZANO, D.R.A.; ROSSET, P.M. **Revolução agroecológica**: o movimento de camponês a camponês da ANAP em Cuba. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 152p.

SCHUTTER, O. **Informe del relator especial sobre el derecho a la alimentación**. 2011. Disponível em: <[https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Food/A.HRC.19.59.Add.5\\_SP.pdf](https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Food/A.HRC.19.59.Add.5_SP.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2018.

TACO. Tabela Brasileira de composição de alimentos. *NEPA-UNICAMP*, p. 57 - 60. 2011. Disponível em: <[http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2018.

TEIXEIRA, M.G.; HIGUCHI, A.K.; ROCHA, E.E.B.; VIEIRA, F.G.D. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): um enfoque na perspectiva democrática de Alain Touraine. *Reuna*, v.12, n. 2, p.39-54, 2007.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. Eucariotos: fungos, algas, protozoários e helmintos. *In: Microbiologia*. 10 ed., Trad. SILVA A. M. et al. Porto Alegre: ARTMED, 2012. p. 329-366.

VAN DILLEWINJ, C. **Botany of sugarcane**. Waltham: Chronica Botanica, 1952. 371 p.

VERNEQUE, R.S. Agricultura orgânica e agroecológica: parceria sustentável. *In: EPAMIG*. (ed.) **Agricultura orgânica e agroecológica**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2015. p.3.

VILLELA, M.L.R. **Pesquisa de sujidades em farinha de trigo e seus derivados entre 1987 e 2002. A importância do controle da qualidade na**

**higiene e segurança alimentar, sua influencia na legislação sanitária e promoção da saúde.** 2004. 114f. Dissertação (Mestrado em Vigilância sanitária) – Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004.

VASCONCELOS, M.A.S.; MELO FILHO, A.B. Conservação de alimentos. **Escola Técnica Aberta do Brasil**, v. 1, n. 1, p. 11-115. 2010. Disponível em: <[http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_prod\\_alim/tec\\_alim/181012\\_con\\_alim.pdf](http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prod_alim/tec_alim/181012_con_alim.pdf)>. Acesso em: 09 fev. 2018.

VERRUMA-BERNARDI, M.R.; BORGES, M.T.M.R.; LOPES, C.H.; DELLA-MODESTA, R.C.; CECCATO-ANTONINI, S.R. Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de açúcares mascavos comercializados na cidade de São Carlos - SP. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n. 3, p. 205-211, 2007.

VILELA, D.C. **Avaliação da qualidade físico-química de amostras de melado.** 2016. 37f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

WELTI, J.; VERGARA, F. Atividade de água/Conceito y application em alimentos com alto contenido de humedad. *In*: AGUILERA, J.M. (Ed.). **Temas em Tecnologia de Alimentos**. Santiago: Universidad de Santiago de Chile, 1997, v.1, p. 11 - 26.

WOJTCZAK, M.; BIERNASIAK, J.; PAPIEWSKA, A. Evaluation of microbiological purity of raw and refined white cane sugar. **Food Control**, v. 25, n. 1, p. 136-139, 2012.