



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

**HIDRÓLISE ENZIMÁTICA NA FABRICAÇÃO DE MELADO DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

JOÃO EXPEDITO EMÍDIO

Araras

2016



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

**HIDRÓLISE ENZIMÁTICA NA FABRICAÇÃO DE MELADO DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

JOÃO EXPEDITO EMÍDIO

**ORIENTADORA: PROFa. Dra. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES
CO-ORIENTADORA: PROFa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI**

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
2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

E53h Emídio, João Expedito
 Hidrólise enzimática na fabricação de melado de
cana-de-açúcar / João Expedito Emídio. -- São Carlos :
UFSCar, 2016.
 53 p.

 Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de
São Carlos, 2016.

 1. Melado de cana-de-açúcar. 2. Fermento de
panificação. 3. Hidrólise enzimática. I. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

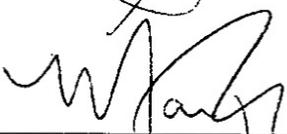
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Joao Expedito Emidio, realizada em 18/02/2016:



Profa. Dra. Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges
UFSCar



Profa. Dra. Marcia Maria Rosa Magri
UFSCar



Prof. Dr. Armindo Antonio Alves
UNIRARAS

Dedicatória

Aos meus amados pais, Otávio e Rosaria Emídio, por serem imprescindíveis
em minha vida.

Aos meus queridos irmãos José, Glória, Orlando, Elza, Sebastião, Antonio,
Nadir, Maria, Sandra, por tornarem a minha vida mais feliz.

À minha orientadora Maria Tereza (Teca) pela paciência, assistência, carinho e
compreensão durante todo o tempo em que trabalhamos neste projeto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e pelas inspirações que me tornaram forte para superar as dificuldades que apareceram durante a execução deste trabalho, sempre acreditando no pequeno legado que deixarei nessa pequena passagem terrena.

Aos meus pais, Otávio Emídio e Rosária Prado Emídio, que apesar de não estarem fisicamente presente neste momento, carregarei seus ensinamentos e amor eternamente.

À minha esposa Maria Ap. L. Emídio e minhas filhas Gabriela L. Emídio e Camila L. Emídio, pela compreensão de minhas ausências e por torcerem por meu crescimento profissional e minha satisfação pessoal, sempre acreditando em mim.

Agradeço imensamente minha orientadora Profa. Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges, pela orientação de aluno de mestrado, com sua eterna paciência, carinho, educação, compreensão, mostrando os caminhos para eu alcançar os objetivos.

Agradeço à profa. Dra. Marta Helena F. Spoto, ESALQ Piracicaba pela contribuição na correção da dissertação e à Profa. Mariana Altenhofen da Silva pelo auxílio com a estatística.

A colega Aline Curriel pela revisão e dicas no intuito de melhorar esta dissertação.

Aos colegas e alguns amigos da turma de mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural da UFSCar 2015, com os quais compartilhamos diversas experiências de vida e profissional e unido formamos uma turma de muitos valores importantes para a Agroecologia e o desenvolvimento rural do Brasil.

Agradeço a Deus pela oportunidade de conhecer os professores do programa de PPGADR com os quais adquiri muito conhecimentos pessoais e

profissionais de um jeito lúdico, em que a alegria foi a marca registrada dessa turma.

Finalmente agradeço a todos aqueles que de alguma forma direta ou indireta contribuíram para o desenvolvimento e a realização dessa dissertação de mestrado, que é fruto de meus sonhos desde sempre.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABELAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 A história da cana-de-açúcar no Brasil	4
2.1.1 Chegada da cana-de-açúcar ao Brasil	6
2.1.2 Importância da cana-de-açúcar para a economia brasileira	8
2.2 A agroindústria familiar e produtos artesanais	9
2.2.1 Agricultura familiar no Brasil	10
2.3 A qualidade dos produtos industriais e artesanais da cana-de-açúcar....	12
2.4 Derivados da cana-de-açúcar	14
2.4.1 Aplicações do melado de cana-de-açúcar	15
2.4.2 O melado na pecuária	16
2.4.3 Características microbiológicas do melado	17
2.4.4 Características microscópicas	18
2.4.5 Rotulagens	18
2.5 A fabricação do melado de cana-de-açúcar	18
2.5.1 Rendimentos esperados	19
2.6 Fermentos biológicos	21
2.6.1. Fermento fresco prensado	21
2.6.2. Fermento seco ativo ou fermento biológico seco	22
2.6.3. Fermento biológico seco instantâneo	22
2.7 Enzima invertase	24
2.8 Valores nutricionais do melado de cana-de-açúcar	25
2.9 Atividades de água	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Estudos com solução de açúcar cristal (VHP)	29
3.1.1 Estudos com caldo de cana-de-açúcar	29

3.1.2	Produção de melado	30
3.2	Análises físico-químicas	31
3.2.1.	pH e Brix	31
3.2.2	Açúcares redutores e açúcares redutores totais.....	31
3.2.3	Atividade de água (Aw)	32
3.2.4.	Cor instrumental.....	32
3.2.5	Análise sensorial de diferença e preferência dos melados	32
3.2.6	Análise estatística	33
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1.	Análises físico-químicas das soluções de açúcar cristal e caldo de cana-de-açúcar	34
4.2.	Produção de melado	36
4.3.	Resultados da análise da cor instrumental dos melados.....	38
4.3.1.	Análise sensorial.....	39
5	CONCLUSÕES	42
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
	APÊNDICE	50
	Apêndice 1:	50
	Apêndice 2:.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 - Composição da cana-de-açúcar	5
Figura 2 - Linha do tempo do desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar no Brasil.	6
Figura 3 - Principais produtores de cana-de-açúcar safra 2009/2010. Elaborado pelo Centro de tecnologia açucareira.....	7
Figura 4 - Distribuição da área colhida de cana-de-açúcar por estado brasileiro...	8
Figura 5: Êxodo rural no Brasil entre 1920 - 2010.....	11
Figura 6: Gráfico mostrando pessoal ocupado na agricultura familiar e na agricultura patronal	12
Figura 7: Rendimento médio da cana-de-açúcar	19
Figura 9: Hidrólise da sacarose mediada pela enzima invertase em glicose e frutose	20
Figura 8: Fluxograma da produção de produtos açucarados da cana-de-açúcar	20
Figura 10: Conversão dos açúcares fermentescíveis presente no caldo-de-cana para gás carbônico (CO ₂), etanol e calorias.	21
Figura 11: Comparativo dos Fermentos Comerciais	23
Figura 12: Taxas de reações de deterioração em alimentos como função da atividade de água em temperatura ambiente	27
Figura 13: Forageira para triturar cana-de-açúcar	30
Figura 14: Prensa Hidráulica.....	30
Figura 15: Gráfico do círculo de cores representado os valores L, a*, b*, hue e croma	32

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 - Apresenta as características físico-químicas do melado.....	17
Tabela 2 - Composição Centesimal do melado de cana-de-açúcar	26
Tabela 3 - Determinações físico-químicas da reação de hidrólise da solução de açúcar cristal VHP e de caldo de cana-de-açúcar, com diferentes concentrações de fermento seco instantâneo a 55°C por 30 minutos.	35
Tabela 4 - Resultados médios das análises físico-químicas referentes aos melados (não tratado e tratado), com e sem adição de fermento, temperatura de 55°C e tempo de 30 minutos de hidrólise.....	36
Tabela 5 - Resultados médios das análises da cor instrumental dos melados de cana	38
Tabela 6 - Resultados da análise sensorial dos melados produzidos sem e com adição de fermento.	40

HIDRÓLISE ENZIMÁTICA NA FABRICAÇÃO DE MELADO DE CANA-DE- AÇÚCAR

JOÃO EXPEDITO EMÍDIO

PROFA. DRA. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

PROFA. DRA. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

RESUMO

O objetivo desse estudo foi a produção de melado de cana-de-açúcar utilizando enzimas invertase das leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (fermento de panificação) como agente de transformação. Avaliou-se o efeito da concentração da levedura, temperatura de reação e tempo da hidrólise da sacarose em solução de açúcar cristal VHP (Very High Polarization). Inicialmente foram selecionados parâmetros em caldos de cana em três épocas diferentes. Os melados foram então produzidos nas condições de hidrólise selecionadas e suas características físico-químicas e sensoriais foram avaliadas. Os resultados das análises físico-químicas mostraram para sólidos solúveis totais (TSS), variação entre, 74,6 e 76,4%, açúcares redutores (A.R.), entre 12,00 e 27,5%, açúcares redutores totais (A.R.T.), de 67,9 a 70,3%, pH entre 4,95 e 4,97, grau de inversão de sacarose entre 14,4 a 39,3%, atividade de água (a_w), de 0,75 a 0,78 e cor instrumental (parâmetros L, a^* e b^*) de 21,50 a 24,61, 1,04 a 2,45, e 1,12 a 4,53, respectivamente. Esta variação nos resultados das análises físico-químicas foi normal, por se tratar de amostras e momentos diferentes de processamento. Os atributos obtidos das análises descritivas quantitativas (ADQ) foram: cor, brilho, aroma de melado, aroma de fermento, gosto doce e ácido, viscosidade. Tem-se como meta fazer um melado de cana-de-açúcar com aproximadamente 30% de açúcares redutores fato que dificultaria a recristalização do produto acabado. Os resultados obtidos nesse estudo indicam uma solução viável e de baixo custo para a produção de melados de cana-de-açúcar com teor de açúcares redutores em torno de 30%, garantindo a qualidade do produto final.

Palavras-chave: melado de cana-de-açúcar; fermento de panificação; hidrólise enzimática.

ENZYMATIC HYDROLYSIS IN THE MANUFACTURE OF CANE MOLASSES

JOÃO EXPEDITO EMIDIO

ORIENTADORA: PROFa. Dra. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

CO-ORIENTADORA: PROFa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the production of sugar cane syrups using enzymes of *Saccharomyces cerevisiae* from bakery yeast. The effect of the concentration of yeast, reaction time and temperature for the hydrolysis of crystal sugar solution (VHP) in the physico-chemical properties and sucrose inversion rate were evaluated. Subsequently, the selected parameters were applied in order to hydrolyze sugarcane juice from three different seasons of the year. Finally, the optimized parameters were used to produce the syrups and their physico-chemical and sensory properties were compared to the syrup produced without sucrose hydrolysis. Physico-chemical analyzes showed percentage of total soluble solids (TSS), varying between 74.60 and 76.37%, reducing sugars (RS) between 12.00 and 27.54%, total reducing sugars (TRS) from 67.92 to 70.34%, pH between 4.95 and 4.97, sucrose inversion rate between 14.40 to 39.35%, water activity of 0.75 to 0.78 and instrumental color (L^* , a^* , b^* parameters) from 21.50 to 24.61, 1.04 to 2.45, and 1.12 to 4.53, respectively. The attributes obtained from descriptive quantitative analysis (QDA) were color, brightness, sugarcane syrup and yeast aroma, sweet and acid taste, viscosity. The untreated syrup was the least preferred. Results indicate a viable and low cost solution for syrup production with a reducing sugar content of about 30%, ensuring a better stability in relation to sucrose crystallization, which is frequently associated as a negative aspect of product quality.

Keywords: sugarcane syrups; bakery yeast; enzymatic hydrolysis.

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária é um dos segmentos mais importante para economia brasileira, e dentro dela está a indústria da cana-de-açúcar com um enorme potencial a ser explorado, constituindo-se como uma alternativa para diversificar as atividades dos pequenos produtores rurais e aumentar a lucratividade de suas propriedades (MAGALHÃES et al., 2012).

A cana-de-açúcar apresenta grande importância socioeconômica para o Brasil, uma vez que o país é o maior produtor mundial desta cultura, seguido pela Índia e China. Cada tonelada tem um potencial energético equivalente ao de 1,2 barris de petróleo (BRASIL, 2013). O caldo é usado para produção de açúcar e álcool e o bagaço é queimado para produção de vapor para gerar energia. O excedente de bagaço pode ainda ser utilizado na fabricação de ração animal. O caldo também pode participar na produção de plástico verde e de farneseno. (BORBA; BAZZO, 2009; PINTO; COELHO, 1983).

Dos derivados da cana-de-açúcar, os mais conhecidos são o açúcar e o álcool. No entanto, existem outros produzidos em menor escala como a cachaça, a rapadura e o melado. Pequenos produtores rurais usam a cana-de-açúcar como matéria-prima para produzir rapadura, melado, açúcar mascavo e cachaça, que são produtos de boa aceitação no mercado consumidor e de importância econômica em várias regiões brasileiras pelo seu valor energético e nutricional (DELGADO; DELGADO, 1999).

Devido ao seu grande valor nutritivo¹ – com alto teor de cálcio, ferro e sais minerais – o melado é recomendado para substituir o açúcar industrializado, principalmente para o consumo diário das famílias e para utilização na merenda escolar. O melado também é empregado de diversas maneiras, puro ou em misturas com vários tipos de queijo ralado ou em

¹ A cada 100 gramas: 22,1% de umidade, 297Kcal, 76,6g de carboidrato, 1,3g de sais minerais, dentre os quais 102mg de cálcio, 115mg de magnésio, 2,62mg de manganês, 74mg de fósforo, 5,4mg de ferro, 4mg de sódio, 395mg de potássio, 0,84mg de cobre, 0,3mg de zinco, 0,05mg de riboflavina, 0,20mg de piridoxina (NEPA, 2011).

pedaços, diversos tipos de farinha, biscoitos, bolos ou ainda servido com inhame ou mandioca (PINTO; COELHO, 1983).

É comum haver confusão entre os termos melado e melaço, mas de acordo com a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), a diferença é que o melado é obtido pela evaporação do caldo de cana ou a partir da rapadura, por processos tecnológicos adequados, e melaço é um subproduto da fabricação do açúcar cristal branco (ANVISA, 2005).

O melado atende os grupos de pessoas que possuem hábitos alimentares baseados na minimização ou eliminação de aditivos químicos agregados e que não tenha sido submetida a rigorosos processamentos industriais. Como sugestão poderia, ainda, pelo seu baixo custo e alto valor nutricional, ser adotado na merenda escolar para crianças em fase de crescimento (MENDONÇA; RODRIGUES; ZAMBIAZI, 2000).

A composição do melado é muito variável, pois depende de fatores agrícolas e industriais como a variedade da cana-de-açúcar, o grau de maturação, clima, condições de cultura, tipo de corte, eficiência industrial, entre outros. Para os pequenos produtores rurais, fazer o melado é uma forma lucrativa de beneficiar a cana, sendo que seu processo envolve equipamentos simples e em pequeno número, podendo utilizar mão-de-obra familiar (DELGADO; DELGADO, 1999).

Características que tornam o melado bem aceito pelo consumidor são: cor, viscosidade, sabor, aroma, odor, ausência de defeitos e materiais estranhos à vista do consumidor, ser isento de substâncias tóxicas, de microorganismos patogênicos, resíduos de defensivos e fraudes (SILVA; CESAR; CHAVES, 2003). A legislação brasileira estabelece para o açúcar mascavo, o melado e a rapadura a ausência de *Salmonella sp.* e coliformes fecais, e que se apresentem livres de sujidades, de parasitas e larvas de insetos.

Uma das dificuldades na fabricação do melado de qualidade é obter este produto com teor de açúcares redutores acima de 30% em solução para impedir a recristalização da sacarose. Por não saber que os precipitados presentes no melado tratam-se de cristais de sacarose, o consumidor muitas

vezes sente aversão ao produto final, o que dificulta sua comercialização (DELGADO;DELGADO, 1999; OETTERER, 2015; COULTATE, 2004). Este antagonismo à recristalização da sacarose se deve às características químicas das moléculas apresentarem diferentes graus de hidratação. Quanto maior o grau de hidratação, menor a tendência em formar cristais e maior a colaboração no bloqueio da cristalização da sacarose (KOTWAL; SHANKAR, 2009). O grau de hidratação da sacarose é inferior ao dos açúcares redutores, por isso a necessidade de altos teores de açúcar redutor no melado.

Para obtenção de valores maiores de açúcares redutores é necessário hidrolisar com enzima invertase parte da sacarose presente no caldo. Trabalhar com enzimas purificadas é mais eficiente, uma vez que as reações são específicas e praticamente não geram subprodutos indesejáveis. No entanto, é um insumo extremamente caro, de difícil manuseio e difícil de encontrar no mercado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de melado de cana-de-açúcar invertendo parcialmente a sacarose com enzimas presentes em leveduras de panificação (*Saccharomyces cerevisiae*).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A história da cana-de-açúcar no Brasil

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae (Gramineae), tribo Andropogoneae e ao gênero *Saccharum*. É uma gramínea perene, que se reproduz sexuadamente, preferencialmente por alogamia. É uma cultura que produz, em curto período, um alto rendimento de matéria verde, energia e fibras, sendo considerada uma das plantas com maior eficiência fotossintética (ROACH; DANIELS, 1987). Em seu período de maturação, a planta tem estatura de 2 a 6 m, e pode ser colhida em vários ciclos sem a necessidade de um novo plantio. Seu cultivo em larga escala é tradicional em vários países das regiões tropical e subtropical para a produção de açúcar, álcool e outros subprodutos (HENRY, 2010).

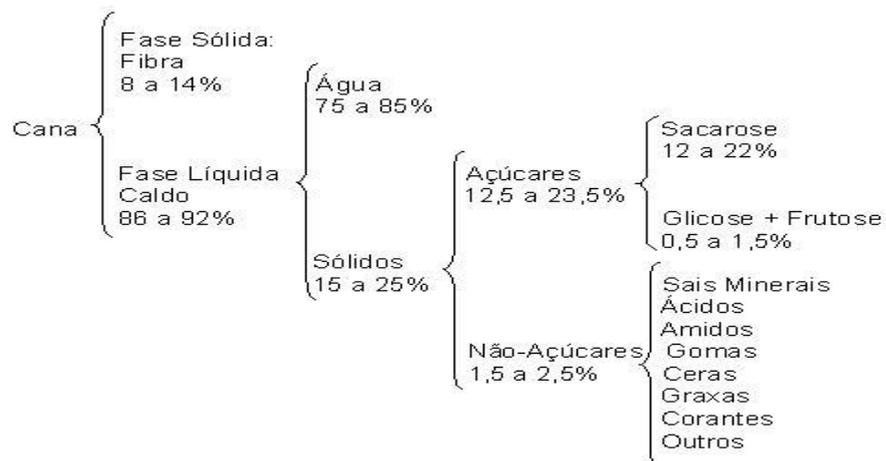
Por ser a cana-de-açúcar uma gramínea de metabolismo fotossintético C₄, é considerada bastante eficiente na conversão de energia radiante em energia química, com taxas fotossintéticas calculadas em até 100 mg de CO₂ fixado por dm² de área foliar por hora. Contudo, esta alta atividade fotossintética não se correlaciona diretamente com a alta produtividade de biomassa. A grande capacidade da cana-de-açúcar, para a produção de matéria orgânica, reside na alta taxa de fotossíntese por unidade de superfície de terreno, que é influenciado pelo Índice de Área Foliar (IAF). Além disso, o longo ciclo de crescimento da planta resulta em elevadas produções de matéria seca (RODRIGUES, 1995).

Acredita-se que o centro de origem de *Saccharum officinarum* seja a Melanésia (Oceania), onde ela foi domesticada e depois disseminada pelo homem por todo o Sudeste asiático, mais especificamente na Indonésia (MARQUES et al., 2009).

As principais partes da planta são: folhas, colmo, e raízes. O colmo de uma planta madura contém, em média, 2/3 de água e 1/3 de matéria seca (açúcares, sais e fibras), essas proporções, exemplificadas na Figura 1, podem

variar em função da espécie/híbrido e de tratos culturais. O colmo varia na forma e na coloração e é formado por nós e entrenós.

Figura 1 - Composição da cana-de-açúcar



Fonte: (Ribeiro et al., 2003)

A cana-de-açúcar propaga-se assexuadamente, mediante o plantio de uma porção do colmo, chamada de rebolo ou tolete, que contém gemas presentes nos nós, e que brotam, perfilham e produzem novos colmos na forma de touceiras. As flores são hermafroditas e o fruto é uma cariopse. A reprodução sexuada se dá por meio da germinação de sua cariopse, que é uma estratégia usada por programas de melhoramento genético para a obtenção de variabilidade e seleção de novos clones (VAN DILLEWINJ, 1952; BARNES, 1974).

De acordo com Marques (2009), as variedades comerciais de cana-de-açúcar cultivadas atualmente são o refinamento de cruzamentos realizados no início do século XX na ilha de Java. Na época, algumas variedades da espécie *S. officinarum* – rica em açúcar, porém muito suscetível a pragas –, foram cruzadas com outra espécie, a *Saccharum spontaneum*, que é pobre em açúcar, mas resistente aos problemas do campo. O híbrido obtido tinha maior capacidade de armazenamento de sacarose, resistência a doenças, vigor, rusticidade e tolerância a fatores climáticos. A maior parte da cana plantada comercialmente no mundo de hoje é fruto do cruzamento entre *S.*

officinarum e *S. spontaneum*, as análises de DNA mostram preponderância da carga genética da primeira espécie (MARQUES et al., 2009).

Figura 2 - Linha do tempo do desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar no Brasil.



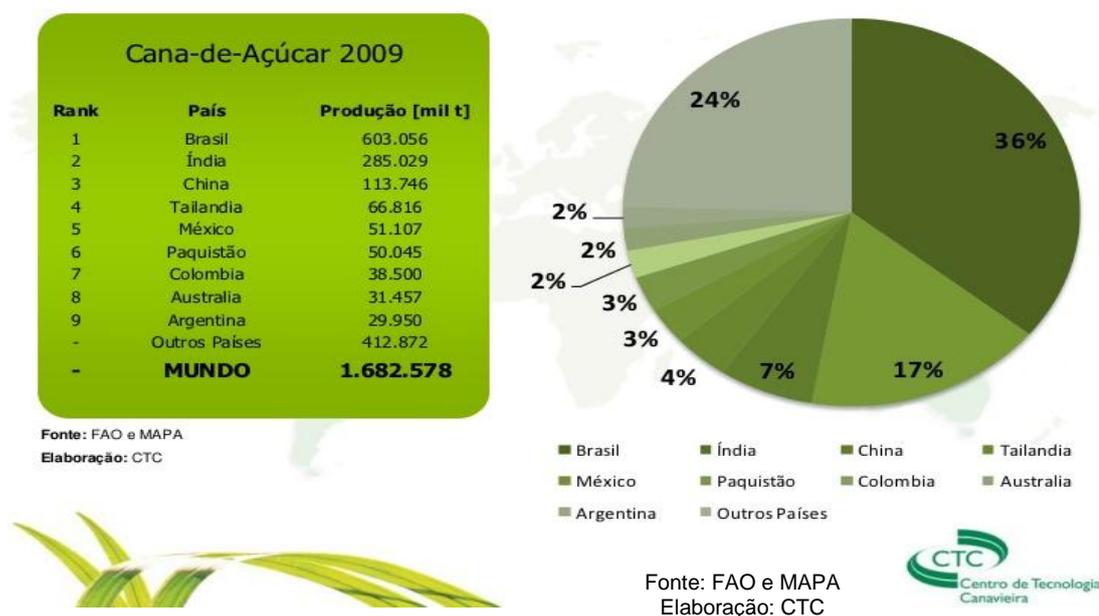
Fonte: Marques et al, 2009.

2.1.1 Chegada da cana-de-açúcar ao Brasil

As primeiras mudas de cana chegaram ao Brasil por volta de 1515, oriundas da Ilha da Madeira (Portugal), e o primeiro engenho de açúcar foi construído em 1532, na capitania de São Vicente (na região Sudeste). Mas foi no Nordeste, especialmente nas Capitanias de Pernambuco e da Bahia, que os engenhos de açúcar se multiplicaram (MARQUES, 2009). No século seguinte, já éramos o maior produtor e fornecedor mundial de açúcar, posição mantida até o final do século XVII. Historicamente, a cana-de-açúcar sempre foi um dos principais produtos agrícolas do Brasil e atualmente o país ocupa novamente a primeira colocação dentre os principais países produtores representados na Figura 3 (FIGUEREDO FILHO, 2011).

Figura 3 - Principais produtores de cana-de-açúcar safra 2009/2010. Elaborado pelo Centro de tecnologia açucareira.

Principais Produtores de Cana-de-Açúcar



Fonte: Figueiredo Filho (2011).

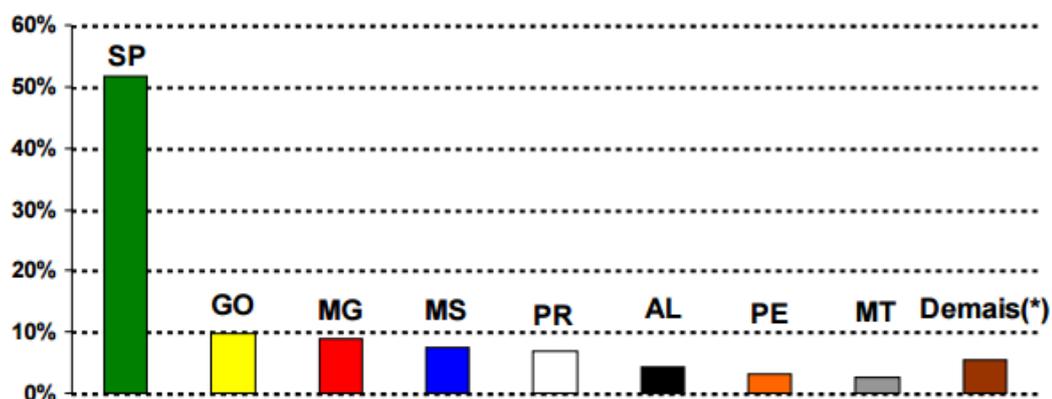
A partir de 1560, a grande produção de açúcar no Brasil deu a Portugal o título de maior exportador mundial de açúcar, sendo que essa dominância perdurou pelos 300 anos seguintes. No final do século XVII e início de século XVIII, a indústria açucareira teve um grande crescimento nas Antilhas, mais especificamente na Jamaica, Cuba e República Dominicana, o que resultou numa diminuição da participação da indústria açucareira brasileira no mercado mundial (LOPES; GABRIEL, 2001).

A produção de açúcar do Brasil no início do século XX atendia somente ao mercado interno, sofrendo então uma crise e o governo teve que intervir no setor no início da década de 1930. Dessa forma, foram criados mecanismos estatais que protegem o setor açucareiro, como órgão federal agente da intervenção estatal foi criado o Instituto do açúcar e do álcool (IAA), e em 1941 instituiu-se o Estatuto da Lavoura Canavieira, que controlava o fornecimento de cana, seu preço e outras normas que permitiam a modernização do setor (LOPES; GABRIEL, 2011).

A área cultivada com cana-de-açúcar que deverá ser colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2015/16 é de 9.070,4 mil hectares,

distribuídas em todos estados produtores, cujas porcentagens correspondentes estão representadas na Figura 4.

Figura 4 - Distribuição da área colhida de cana-de-açúcar por estado brasileiro



Fonte: Conab, 2015/2016.

Falar sobre a cana-de-açúcar hoje, como uma cultura agrícola e matéria-prima industrial, é vislumbrar uma nova concepção comercial para o produto, cuja permanência no mercado globalizado completa um caminho que ultrapassa as políticas do tradicional binômio preços/quantidade (LANDELL, 1997).

2.1.2 Importância da cana-de-açúcar para a economia brasileira

A cana-de-açúcar é de grande importância para o Brasil, e esta cultura tem grande destaque por ser representante de uma nova tendência mundial – a sustentabilidade. Nessa vertente de qualidade ambiental, a cana-de-açúcar gera energia renovável, o que agrega valor ao produto. De acordo com Borba e Bazzo (2009), além do setor energético, a cana-de-açúcar é costumeiramente utilizada para produção de açúcar, seu bagaço na geração de vapor para movimentar a usina e o excedente gerar energia elétrica ao sistema elétrico nacional, podendo ainda ser utilizado na utilização de ração animal. A cana pode ser ainda aproveitada de variadas maneiras: como matéria-prima para a fabricação de rapadura, melado, aguardente, e participa na produção de plástico verde e de farneseno (empresa americana Amyris) a partir do bagaço.

O Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar é um dos mais antigos e está ligado aos nossos principais eventos históricos. O Brasil, juntamente com

a Índia, é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, e, isoladamente, o maior produtor de açúcar e de álcool e o maior exportador mundial de açúcar. Seus números são na casa dos bilhões. Em 1997, auxiliou a Balança Comercial com um saldo de mais de US\$ 1,7 bilhão em exportações de açúcar. Segundo estimativas, movimenta anualmente cerca de US\$ 12 bilhões, sendo cerca de US\$ 1 bilhão em insumos, US\$ 3 bilhões na produção agrícola, US\$ 1,2 bilhão na atividade industrial, US\$ 3 bilhões na comercialização e US\$ 2,8 bilhões em impostos. Estima-se que o sistema gera mais de 1,5 milhões de empregos direto no país (BRASIL, 2013).

2.2 A agroindústria familiar e produtos artesanais

Tradicionalmente, o produto artesanal sempre terá uma boa procura, e este mercado até poderá ser ampliado. Para isso, o pequeno produtor de produtos artesanais precisa estar atento para os fatores que contribuem para a melhoria de seu negócio: matéria-prima (a cana), as instalações (a fábrica), água de boa qualidade, a qualidade da mão-de-obra e, sobretudo, as reações e tendências do mercado. O treinamento e a conscientização dos funcionários da fábrica sobre o que é a importância da qualidade para a empresa e para eles próprios são fundamentais. O produto é artesanal, mas o produtor não pode ser amador (SILVA; CESAR; CHAVES, 2003).

É de nosso conhecimento que a agropecuária é um dos segmentos mais dinâmicos da economia brasileira. A agroindústria é considerada uma alternativa para diversificar as atividades dos produtores rurais, mediante a necessidade de aumentar a lucratividade de suas propriedades. Uma boa opção para muitos deles seria uma fábrica de rapadura, melado ou açúcar mascavo, por exemplo. Isso porque, além do mercado interno, os países desenvolvidos ou de “primeiro mundo” são ávidos por produtos livres de contaminações por agrotóxicos. Atualmente, já se movimentam mais de dez milhões de dólares anualmente com o consumo dessa linha de produtos.

O conjunto de conhecimentos relacionados à cana-de-açúcar representa uma herança cultural que foi construída ao longo da existência das unidades produtivas de caráter artesanal, apesar de novas tecnologias terem surgido.

Assim, os aspectos técnicos, históricos e culturais confirmam a força da herança desta atividade, das técnicas de produção dos antigos engenhos, ressaltam os costumes, os hábitos, as práticas, enfim, o “saber-fazer” desenvolvido no contexto da elaboração dos seus produtos. (DANTAS; THIOLENT, 2004).

2.2.1 Agricultura familiar no Brasil

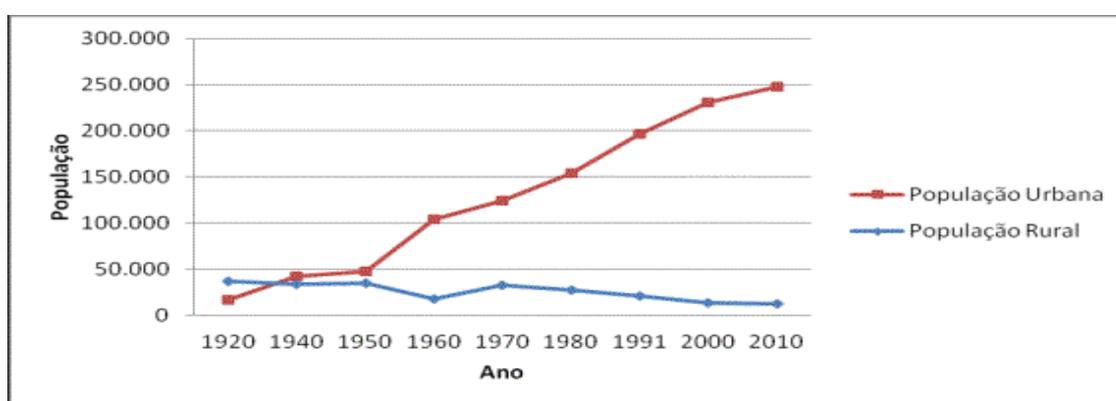
Os pequenos produtores agrícolas carecem de estruturas associativas para realmente obter vantagens dos processos de interdependência com a agroindústria, com a economia de forma geral e, essencialmente, com as políticas econômicas setoriais e nacionais. Por meio desse entrosamento, os diversos atores do meio rural serão capazes de sobrepujar os desafios e gargalos presentes no dia-a-dia da produção da existência no campo (TEIXEIRA et.al., 2006).

Nos últimos 50 anos houve uma rápida transformação da realidade rural no Brasil, autores com as mais diferentes formas de pensar previram o fim da agricultura familiar. Com a expansão da agricultura empresarial, os agricultores familiares perderiam seu espaço, pois não iriam persistir em uma forma de produção ultrapassada, com baixa competitividade e que não estaria disposta a mudar seu modo de vida.

Como o mencionado por Sosa et al (2013), a modernização da agricultura, também chamada de “revolução verde”, foi um processo histórico de extraordinário impacto no Brasil, tanto pelo êxodo rural, como pela degradação ambiental. Embora convivendo com esse processo de exclusão social, a agricultura familiar tem conseguido manter-se no meio rural de diversas regiões do país, mostrando uma grande capacidade de adaptação desse grupo social frente às transformações da economia e da sociedade.

Sem a agricultura familiar não haveria manutenção do abastecimento de alimentos em quantidade, diversidade e qualidade suficiente para garantir a suficiência alimentar do país. Diferentemente da agricultura empresarial, esta forma de produção consegue manejar a terra de forma sustentável com os agroecossistemas. Observando o gráfico representado pela Figura 5 podemos comparar a evolução da população rural e urbana brasileira, constatando o crescente êxodo rural no período representado.

Figura 5: Êxodo rural no Brasil entre 1920 - 2010

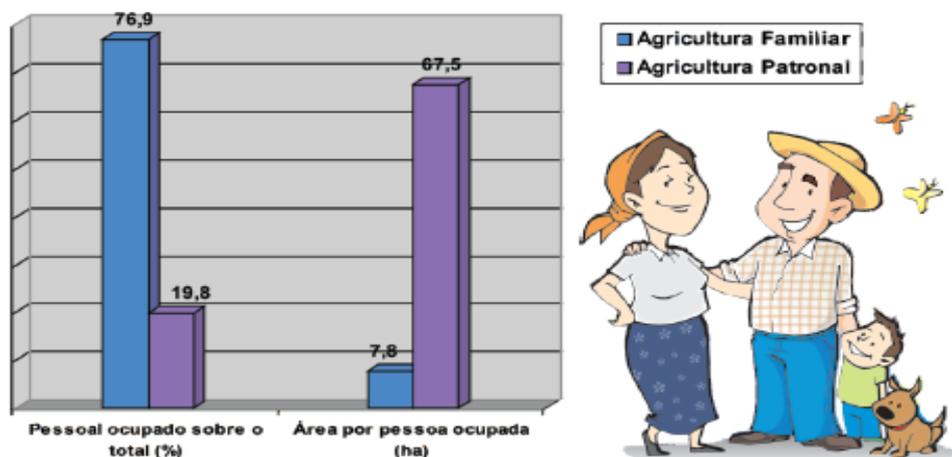


Fonte: IBGE, 2001

Segundo dados do IBGE (1998) analisados por um estudo da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação) e INCRA (Instituto Brasileiro de Colonização e Reforma Agrária), a agricultura familiar ocupa também muito mais pessoal por área. Nela, uma pessoa trabalha de 7 a 8 hectares, enquanto na agricultura patronal são necessários quase 70 hectares para ocupar um trabalhador, como o representado pela Figura 6.

Figura 6: Gráfico mostrando pessoal ocupado na agricultura familiar e na agricultura patronal

Pessoal ocupado na Agricultura Familiar e na Agricultura Patronal



Fonte: IBGE, 2001.

2.3 A qualidade dos produtos industriais e artesanais da cana-de-açúcar

Para produzir e vender qualquer produto alimentício, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) exige alvará sanitário ou licença de funcionamento, controle de saúde e higiene dos funcionários, segurança e higiene das instalações, implantação de boas práticas de fabricação e controle sanitário, entre outros. A boa prática de fabricação como instrumento de fiscalização pela Vigilância Sanitária foi regulamentada pelas seguintes portarias e resoluções: Portaria 1.428 do Ministério da Saúde, publicada em 1993 e exigida a partir de 1994, que aprova o Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos (BRASIL, 1993).

Para Chaves (2008), a qualidade é fundamental na produção de alimentos e bebidas e, normalmente, é considerada como grau de excelência do produto. Contudo, do ponto de vista operacional, da produção e da comercialização, qualidade é aquilo que o comprador/consumidor quer e está disposto a pagar por ela.

Prezotto (2002) ressalta que quando se trata de produção artesanal de alimentos, existe uma preocupação fundamental na tentativa de adequação das unidades de processamento de matérias primas de origem vegetal ou animal às normas sanitárias vigentes. Tal enfoque implica em elaboração de projetos de implantação de instalações e equipamentos que excedem a capacidade de investimento dos empreendedores. Sendo assim, muitos agricultores são forçados a permanecerem numa situação de informalidade e expõe os consumidores a produtos sem nenhum controle de qualidade.

Na tentativa de adequar o produto artesanal às normas legais, propõe-se um pacote de procedimentos, sejam estruturais ou relativos ao processo de produção (conhecimento sistematizado para garantir um padrão), orientados na preocupação com a segurança do consumidor. Mas isto pode significar a renúncia do toque especial do artesão, ou na melhor das hipóteses, minimizá-lo. Tal medida, argumenta-se, torna-se necessária para que o produto tenha uma certificação de sua “qualidade”, ou seja, o aval do poder público de que o consumidor pode consumi-lo sem risco (PREZOTTO, 2002).

Zago (2002) registrou que:

A forma artesanal de produzir significa que o processo de produção implica em uma dimensão de arte e não meramente técnica. O toque especial que cada produtor dá ao seu produto é o diferencial e o fundamento do artesanal, o que faz cada produto único. Enquanto no processo industrial, o fundamento é a padronização do produto, a garantia de que determinada marca não apresenta variação nem em qualidade, nem nas características do produto, devido a procedimentos técnicos e operações mecânicas sob rígido controle, o artesanal é o império do como fazer, da variável humana, da diferenciação. A criatividade e a inovação permanecem como possibilidade. Neste sentido, consideramos que a base concreta para a implantação das agroindústrias familiares é a produção artesanal de alimentos, em diferentes níveis de informalidade e controle de qualidade. Consideramos a agroindústria familiar como um objetivo/meta que nem toda unidade de produção artesanal de alimentos pode ou deseja alcançar, consideradas as diferentes situações existentes.

Embora o produtor artesanal não disponha de laboratório em sua propriedade, nem de pessoal técnico para o acompanhamento mais detalhado de toda cadeia produtiva, algumas medidas simples, como as análises de pH, temperatura, grau Brix por densímetro ou por refratômetro são extremamente úteis no controle do processo de fabricação.

Os produtores artesanais precisam aprender a usar esses equipamentos a fim de fazer as análises, entender o que é qualidade e desenvolver uma cultura da medida dos indicadores de qualidade e de produtividade. Há, também, a possibilidade de formação de cooperativas de produtores ou, até mesmo, a formação de grupos independentes de produtores que podem montar um laboratório próprio ou fazer convênio a fim de reduzir o custo das análises (CHAVES; SILVA; CESAR, 2003).

Silva (2003) destaca algumas características que tornam o produto bem aceito pelo consumidor, como cor, viscosidade, sabor, aroma, odor, ausência de defeitos e materiais estranhos à vista, isento de substâncias tóxicas (microbianos resíduos de defensivos e fraude). Assim, a qualidade total de um produto pode ser analisada por seus atributos, em que cada um possa ser medido e controlado independentemente, isto é, produzido durante a fabricação.

A legislação brasileira estabelece para açúcar mascavo, melado e rapadura a ausência de salmonela e coliformes fecais, e que se apresentem livres de sujidades, de parasitas e larvas de insetos.

2.4 Derivados da cana-de-açúcar

Entre os derivados da cana-de-açúcar, os mais conhecidos são o açúcar e o álcool. No entanto, existem outros produzidos em menor escala como a cachaça, a rapadura, melaço, óleo de fúsel, entre outros, os quais serão mencionados mais detalhadamente a seguir.

O melado ou mel de engenho, como é conhecido no Brasil, é um xarope denso, obtido do caldo da cana (*S. officinarum*), por meio de fervura e evaporação, antes do processo de cristalização do açúcar. A purificação é obtida com a retirada constante da espuma, onde se acumulam as impurezas.

Para sua fabricação, a cana deve ter atingido de doze a dezoito meses após o plantio, dependendo da variedade. A moagem deve ser realizada logo após o corte, não sendo aconselhável ultrapassar o limite máximo de 36 horas.

Para se obter um bom produto, 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. É fundamental ainda para sua conservação a embalagem e o armazenamento adequados, uma vez que o produto pode se deteriorar muito rapidamente.

Um fator fundamental para a sua qualidade é o controle da viscosidade do melado final. Tradicionalmente, o modo mais prático, apesar de empírico, para saber a viscosidade ideal é mergulhar uma espumadeira no melado em ebulição, retirá-la voltada para baixo, elevá-la a altura dos olhos e observar como o mel se desprende das bordas (BAYMA, 1973 apud GASPAR, 2009, p.50). O ideal para a verificação do ponto final seria medindo-se o °Brix do melado, no entanto, por esse procedimento não ser prático, sugere-se a utilização do método ebulliométrico, no qual a concentração do xarope é correlacionada com a elevação do ponto de ebulição (LOPES et al., 2010).

A cana-de-açúcar apresenta como derivados principais, o açúcar branco ou mascavo (alimento), álcool hidratado e anidro (combustível limpo), rapadura, melado, cachaça (bastante consumida), óleo de fúsel (constituído principalmente de álcool isoamílico usado na indústria química para a produção de solventes, vernizes, fixador em perfumaria, dentre outros), e também originados dessa cultura e que devem ser salientados, o bagaço, que é utilizado principalmente como fonte de energia, a vinhaça, que serve de fertilizante, o plástico e o papel (SOUZA; BERNARDO; CARVALHO, 1999).

2.4.1 Aplicações do melado de cana-de-açúcar

Dentre os derivados da cana-de-açúcar, passemos agora a explorar mais sobre o melado de cana-de-açúcar, uma vez que ele é o objeto de estudo nesse trabalho. O melado é um produto com boa aceitação no mercado brasileiro, tem alto valor nutricional e nas pequenas propriedades é uma das formas lucrativas de se aproveitar a cana-de-açúcar. O melado tem um enorme potencial de aplicabilidade, em algumas regiões do Brasil é considerado produto antianêmico, uma vez que é boa fonte de minerais como o ferro e

outros como o cálcio, fósforo e potássio, além de ser muito energético. Ele pode ser utilizado na alimentação humana de diversas maneiras, puro ou em misturas com vários tipos de queijo ralado ou em pedaços, com diversos tipos de farinha, com biscoitos, bolos ou ainda servido com inhame ou mandioca. Há também sugestões de uso do melado para a alimentação animal e culturas microbiológicas (PINTO; COELHO, 1983).

2.4.2 O melado na pecuária

O melado na pecuária é muito utilizado na alimentação animal por ser uma fonte de energia e dar mais palatabilidade a ração e forragens. Pode ser utilizado direto no cocho misturado no capim/sorgo/forragens ou na fabricação de rações peletizadas. O melado tem muitas qualidades a serem consideradas para utilização na pecuária, entre elas: substitui até um terço dos carboidratos, como o milho, por exemplo, imprescindível para o gado; torna a forragem comum mais palatável para os animais, que aproveitam forragens de qualidade inferior; impede o desprendimento de pó existente em alimentos secos e pode ser usado como agente de fixação em rações misturadas, as rações acrescidas com melado são bem aproveitadas pelo rebanho por melhorar sua palatabilidade, ajudando também o animal a digerir melhor a ração e tem muito valor na alimentação do gado como fonte de energia, vitamina e sais minerais (BRASILEIRO, 2014).

O mercado mundial e o brasileiro estão ávidos por produtos naturais. O produto artesanal tem maior apelo comercial para o consumidor de maior poder aquisitivo, sendo este o campo em que o micro, o pequeno e até mesmo o médio produtor poderão ter maior oportunidades de negócio. Para isso, entretanto, ele deverá esmerar na qualidade de seu produto. Ele precisa melhorar a maneira de elaborar os produtos e conhecer melhor o que é qualidade. Como mencionamos anteriormente, o micro e pequeno fabricante continuarão na atividade artesanalmente, mas não poderão continuar como amadores, terão que se profissionalizar (GONÇALVES, 2000).

Segundo a Agência nacional de vigilância Sanitária (ANVISA) (2005) revogado pela RDC N° 273, de 22 de setembro de 2005, o melaço é o líquido que se obtêm como resíduo de fabricação do açúcar cristalizado, e melado é o

líquido xaroposo obtido pela evaporação do caldo de cana (*S. officinarum*) ou a partir da rapadura, por processos tecnológicos adequados.

A Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), em conformidade com o artigo nº 64, do Decreto-lei nº 986, de 21 de outubro de 1969 e de acordo com o que foi estabelecido na 410ª Sessão Plenária, realizada em 30/03/78, resolve aprovar as seguintes NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos e bebidas, para efeito em todo território brasileiro. À medida que a CNNPA for fixando os padrões de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas) constantes desta resolução, estas prevalecerão sobre as Normas Técnicas Especiais ora adotadas (ANVISA, 2005).

As características gerais do melado são: os produtos devem ser fabricados com matérias primas não fermentadas, isentas de matéria terrosa, parasitos e detritos animais e vegetais. Não é permitido a adição de essências, corantes naturais ou artificiais, conservadores e edulcorantes. As características organolépticas são: o produto deverá ter um aspecto líquido, viscoso e denso, xaroposo, cor amarela âmbar, cheiro próprio e sabor doce, ou seja, *sui generis*.

Tabela 1 - Apresenta as características físico-químicas do melado

Umidade	25% p/p
Acidez em Solução	Máx. 10%
Glicídios Totais Mínimos	Mín. 50% - 80% p/p
Resíduo Mineral Fixo	6%

Fonte: Brasil, 1978.

2.4.3 Características microbiológicas do melado

O melado deve obedecer ao seguinte padrão: bactérias do grupo coliforme de origem fecal: ausência em 1g; salmonelas: ausência em 25g; bolores e leveduras máximos: 5×10^3 /g.

Deverão ser efetuadas determinações de outros microrganismos e/ou de substâncias tóxicas de origem microbiana, sempre que se tornar necessária a obtenção de dados adicionais sobre o estado higiênico-sanitário dessa classe de alimento, ou quando ocorrerem tóxicas-infecções alimentares.

2.4.4 Características microscópicas

O produto deverá apresentar-se com ausência de sujidade, parasitos e larvas.

2.4.5 Rotulagens

O rótulo deverá trazer a denominação do produto e período de carência de 2 anos a partir da data de fabricação.

2.5 A fabricação do melado de cana-de-açúcar

No setor canavieiro, até o início do século XX, os processos de produção eram concentrados nos engenhos, responsáveis pela produção nacional de melado, açúcar e de outros derivados da cana-de-açúcar. Esta situação foi sendo gradativamente substituída, em quase sua totalidade, pelas grandes usinas de produção de álcool e açúcar, transformação esta, que contribuiu na atividade industrial familiar, que atingiu quantias restritas e insignificantes (LOPES e BORGES, 1998).

De acordo com Silva, Cesar e Chaves (2003), o melado, nada mais é que o caldo de cana-de-açúcar concentrado pela retirada da água até que atinja um teor de sólidos Brix entre 65 e 75%. Na indústria, o caldo vindo da purificação primária vai para a caixa purificadora de aço inox, que tem serpentina de aquecimento a vapor, ou para caixa com aquecimento a fogo direto. Nesta fase, as substâncias do caldo floculam pelo efeito do calor e começam a emergir, quando elas serão gradativamente removidas, isso se deve realizar antes da ebulição.

Costumeiramente, para produzir melado que não se açucare, e de melhor aspecto e conservação, temos que utilizar do ácido cítrico (grau alimentar), na proporção de 75 g /10 L de caldo. Antes de adicioná-lo ao caldo,

dissolva-o em 1,0 litro de água. A adição pode ser feita antes da ebulição do caldo, pois ela também produzirá floculações, que devem ser removidas.

Esta operação também pode ser realizada, quando a concentração está ao redor de 50 Brix. Em meio ácido a sacarose sofrerá hidrólise ácida e se converterá em glicose e frutose, com o aumento da quantidade de glicose e frutose no meio da solução açucarada final ou melada, terá dificuldade em se recristalizar a temperatura ambiente, deixando assim o produto final com um aspecto mais agradável para o consumidor. Em média, um hectare de cana-de-açúcar produz de 75 a 80 toneladas de cana e 1000 Kg de cana moída produzem aproximadamente 84 a 100 litros de melado.

2.5.1 Rendimentos esperados

A quantidade de produtos obtidos depende do teor de sacarose (estágio de maturação da cana), do peso de caldo extraído por tonelada e da remoção de borras (CÉSAR et. al., 2003). A figura 7 detalha os valores esperados de produção, que podem estar compreendidos entre:

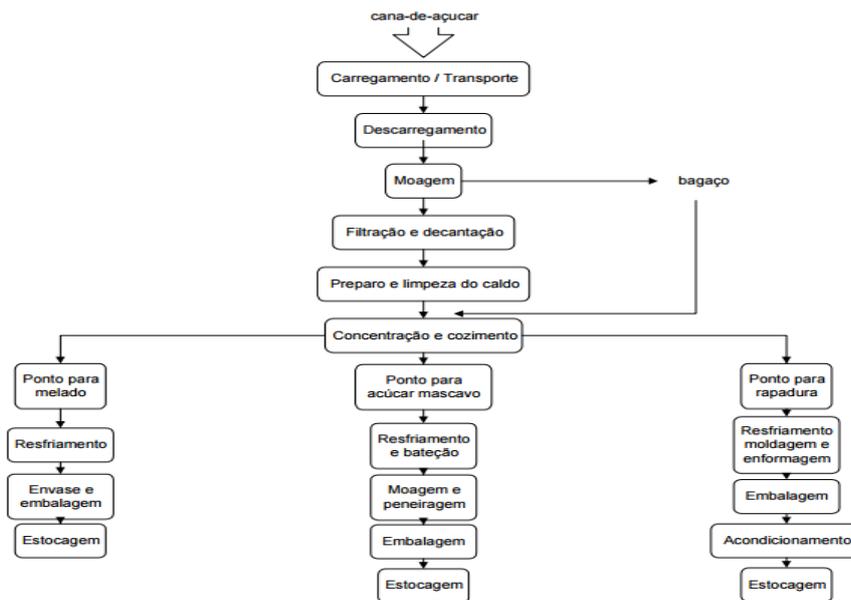
Figura 7: Rendimento médio da cana-de-açúcar

Cana-de-açúcar.....	75 a 80 Ton. / hectare
Caldo extraído.....	500 a 600 Kg / ton. Cana
Melado.....	126 a 203 Kg / ton.
Cana/Rapadura.....	97 a 155 Kg / ton. Cana
Açúcar Mascavo.....	91 a 138 Kg / ton. Cana

Fonte: Cesar et al., 2003

De acordo com César et al., (2003), o fluxograma da Figura 8 mostra a técnica empregada no processamento do melado, rapadura e açúcar mascavo, sendo que o melado é obtido antes do ponto de açúcar mascavo.

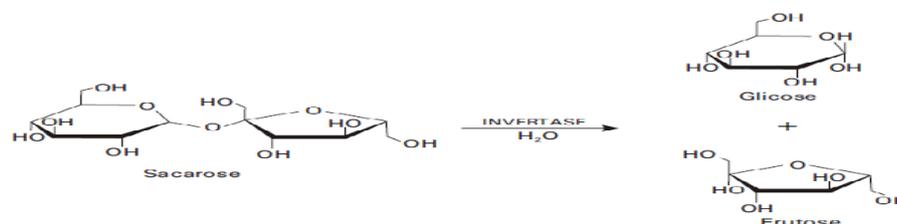
Figura 8: Fluxograma da produção de produtos açucarados da cana-de-açúcar



Fonte: Figura adaptada de Silva, Cesar e Chaves, 2003.

Propõe-se nesse estudo fazer uma reação enzimática no caldo de cana-de-açúcar com a enzima invertase, a qual será obtida por meio do fermento de panificação ou “fermento prensado”. Como mostrado no desenho abaixo, a enzima invertase contida no fermento catalisa a hidrólise da sacarose liberando seus monômeros constituintes, glicose e frutose, melhorando assim os aspectos físico-químicos e dificultando a recristalização do produto final como mostrado na Figura 9.

Figura 9: Hidrólise da sacarose mediada pela enzima invertase em glicose e frutose

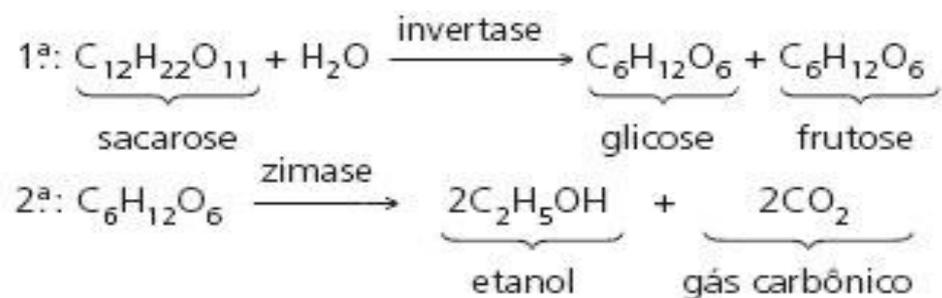


Fonte: O autor

Quando se fala em fermento prensado ou fermento biológico, refere-se à uma levedura selecionada, denominada *Sacharomices cerevisiae*. O papel do fermento ou *S. cerevisiae* é o de fazer a conversão dos açúcares

fermentescíveis presente no caldo-de-cana a gás carbônico (CO_2), etanol e calorias. A reação é representada pela figura 10, abaixo (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

Figura 10: Conversão dos açúcares fermentescíveis presente no caldo-de-cana para gás carbônico (CO_2), etanol e calorias.



Fonte: O autor

2.6 Fermentos biológicos

Shimura (2011) destaca que há três tipos de fermentos (fermento fresco prensado, fermento seco ativo ou biológico seco e o fermento biológico seco instantâneo) no mercado brasileiro, os quais apresentam diferenças apenas no teor de água, implicando em diferentes métodos de utilização e armazenamento, conforme poderemos observar na figura 11, mais adiante.

2.6.1. Fermento fresco prensado

- Umidade – 70%;
- Apresentação – pacotes de 15 g e 500 g;
- Temperatura de atuação por volta de 36°C ;
- Morte por volta de 59°C ;
- Cor – creme acinzentado;
- Utilização – recomenda-se até 3%;
- Conservação – necessita de refrigeração – câmaras em torno de 4 a 8°C por um período máximo de 15 dias;
- Manter o menor tempo possível fora de refrigeração para evitar perda do seu poder de fermentação.

2.6.2. Fermento seco ativo ou fermento biológico seco

- Sua obtenção se dá a partir da secagem do fermento fresco por ar quente. É quebrado em pequenas partículas ou grânulos;
- Umidade de 7 a 9 % de umidade;
- Apresentação – embalagens de 100 g e de 50 g metálicas;
- Aparência – grãos escuros do tamanho de um alpiste;
- Durabilidade – ao redor de 6 meses;
- Conservação em temperatura ambiente – dispensa refrigeração;
- Re-hidratação necessária – deve ser feita com água por um período de 15 minutos;
- Utilização – 2/3 do peso do fermento fresco – 2%;
- Cor – amarela palha escura.

2.6.3. Fermento biológico seco instantâneo

O fermento biológico seco instantâneo consiste em células de levedura das quais a água é extraída por meio de desidratação. Permanece num estado de dormência. O empacotamento é feito a vácuo o que aumenta o seu tempo de vida útil.

- Apresentação: pacotes de 500 g embalados a vácuo;
- Umidade em torno de 5%;
- Utilizar 1/3 em relação ao fresco;
- Aparência: Grânulos muito pequenos, quase como areia fina;
- Durabilidade: embalagem fechada dura até 2 anos, mas após aberto deve ser consumido no menor tempo possível;
- Conservação em temperatura ambiente;
- Re-hidratação não é necessária devido ao pequeno tamanho dos grânulos;
- Cor: creme claro.

Figura 11: Comparativo dos Fermentos Comerciais

	Fermento fresco	Fermento seco granulado	Fermento seco instantâneo
Armazenagem	Refrigeração 4 a 8° C	Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Tempo de conservação	Curto 15 dias	Médio 6 meses	Longo 2 anos
Atividade /kg	baixa	média	alta
umidade	Alta -70%	Baixa -7 a 9%	Baixa - 5%
Manuseio especial	Não necessita	Necessita re-hidratação	Não necessita

Fonte: Adaptado de SHIMURA, 2011.

De acordo com Oliveira (2005), em condições com alta disponibilidade de glicose livre e na presença de oxigênio, as leveduras respiram consumindo açúcares simples e produzindo água e dióxido de carbono gasoso (CO₂), entretanto, elas também são capazes de sobreviver facultativamente sem oxigênio atmosférico. Assim, ao invés de respirarem, obtêm energia por um processo chamado fermentação, em que a glicose é transformada em subprodutos diferentes de CO₂. E é claro, em ambos os processos, as células obtêm energia com eficiências diferentes, para a realização de suas funções primordiais.

As leveduras são fungos unicelulares, eucariotos pertencentes ao reino Fungi. Uma característica importante é sua ação fermentativa ou oxidativa, metabolizam os nutrientes contidos nas matérias-primas utilizadas, como caldo-de-cana, suco de uva, cevada, para obtenção de energia (OLIVEIRA et al., 2005).

O fermento biológico fresco devem ser conter 70% de umidade e sua cor deve ser creme acinzentado, deverá ser mantido coberto e sob refrigeração a cerca de 4 a 8°C por um período máximo de 15 dias, deve-se ter o cuidado de manter o menor tempo possível fora de refrigeração para evitar a perda do seu

poder de fermentação. Qualquer alteração da cor e odor indica problemas de qualidade fermentativa, depois que o fermento reidrata, apresenta odor característico. Se seu odor for similar ao de cerveja significa que está morto (KALANTY, 2012).

2.7 Enzima invertase

A enzima invertase ou beta-fructofuranosidase é encontrada em leveduras, sobretudo na espécie *Sacharomyces cerevisiae*, invertebrados, vertebrados, algas verdes, bactérias, vegetais e fungos (NOVAKI et al., 2010). As enzimas são proteínas de grandes dimensões especializadas na catálise de reações biológicas, isto é, aceleram a velocidade de reações químicas diminuindo a energia de ativação. Podem ser totalmente protéicas ou constituídas por uma parte protéica (apoenzima) e outra parte não protéica, os cofatores. Estes últimos podem ser íons metálicos, grupos prostéticos ou coenzimas e são responsáveis pela transformação estrutural do substrato (LEITÃO et al., 2009).

Apesar de participarem nas reações, as enzimas não alteram o seu equilíbrio e encontram-se inalteradas no final da reação. As enzimas não reconhecem todas as moléculas, pelo contrário, elas reconhecem específica e seletivamente os seus substratos entre todas as outras moléculas. Esta especificidade é controlada por um encaixe único entre enzima e substrato do tipo chave-fechadura.

A classificação das enzimas baseia-se no tipo de reação que catalisam, dividindo-se assim em seis categorias: Oxiredutases, Transferases, Hidrolases, Liases, Isomerases, Ligases.

No grupo das hidrolases está a enzima invertase ou beta-fructofuranosidase, responsável pela hidrólise da sacarose nos seus monômeros constituintes, a glicose (açúcar redutor) e a frutose. Por definição, uma unidade (U) de invertase hidrolisa 1 mmol de sacarose a glicose e frutose por minuto a pH=4.6 e a 25°C.

Como mencionado por Novaki et al., (2010) anteriormente, uma grande quantidade de microrganismos produz invertase. Contudo, comercialmente é biosintetizada por meio da *Saccharomyces cerevisiae* ou da *Saccharomyces carlsbergensis*. Contrariamente à maioria das enzimas, a invertase tem uma elevada atividade no intervalo de pH 3.5 - 5.5 com um pH ótimo em 4,5 e um máximo de atividade a aproximadamente 60°C (LEITÃO et al., 2009).

2.8 Valores nutricionais do melado de cana-de-açúcar

Fava (2004) e Licht (2010) destacam o Brasil como soberano na produção da cana-de-açúcar. Na safra de 2009/2010 o Brasil colheu 32,9 milhões de toneladas em uma área plantada de 7,40 milhões de hectares, dentre os quais 3,3 milhões na região Sudeste. O valor nutricional da cana está relacionado com seu alto teor de açúcar (40 a 50% de açúcares na matéria seca), uma vez que o seu conteúdo protéico é extremamente baixo, o que lhe confere a característica de ser um alimento muito desbalanceado em relação a seus nutrientes. A cana é uma planta composta, em média, de 65 a 75% de água, mas seu principal componente é a sacarose, que corresponde de 70 a 91% das substâncias sólidas solúveis.

O caldo de cana, popularmente conhecido como “garapa”, é o nome que se dá ao líquido extraído da cana-de-açúcar no processo de moagem. É um alimento muito energético, assim como o melado, que é feita por meio de processamento após a concentração do caldo. Do caldo de cana-de-açúcar deriva uma infinidade de produtos, dentre o qual melado, açúcar mascavo, álcool, cachaça, rapadura, etc.

O caldo conserva todos os nutrientes da cana-de-açúcar, entre eles minerais (de 3 a 5%) como ferro, cálcio, potássio, sódio, fósforo, magnésio e cloro, além de vitaminas do complexo B e C (FAVA, 2004). Podemos observar sua composição centesimal na Tabela 2 formulada pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Tabela 2 - Composição Centesimal do melado de cana-de-açúcar

Valor Energético	296.5 Kcal = 1245 Kj
Carboidratos	76,6g
Fibras Solúveis	0,2g
Cálcio	102,1mg
Piridoxina B6	0,2mg
Manganês	2,6mg
Fósforo	73,6mg
Ferro	5,4mg
Potássio	395,1mg
Cobre	0,8µg
Zinco	0,3mg
Roboflavina B2	0,1mg
Sódio	4,0mg

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - Unicamp - (BRASIL, SÃO PAULO, 2011).

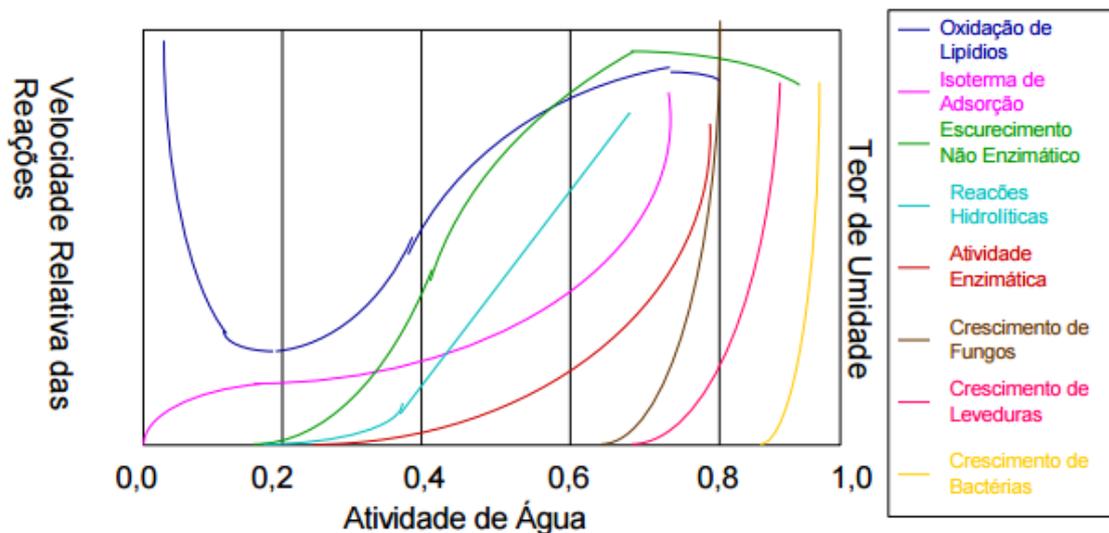
2.9 Atividade de água

Dentre a composição dos alimentos, a água é o que aparece em maior abundância e tem grande influência em sua conservação. O termo atividade de água (A_w) foi criado para denominar a água disponível para crescimento microbiano e reações que possam deteriorar o alimento (DITCHFIELD, 2000).

A água existe sob duas formas nos alimentos: água livre e água combinada. Considera-se água livre aquela que está disponível no meio do alimento e serve para crescimento de microorganismos e reações de deterioração. Pode-se controlar a água livre por meio de várias formas: pode ser removida por secagem, solidificada por congelamento ou indisponibilizada pela ação de eletrólitos como o NaCl ou não eletrólitos, como a sacarose. Se não tiver água livre no alimento os microorganismos não conseguem desenvolver-se, tornando assim o alimento estável contra a deterioração microbiana (ANAGNOSTOPOULOS, 1979; KARMAS, 1980). O principal fator na estabilidade de um alimento não é, portanto, o teor de umidade desses, mas sim a disponibilidade da água para o crescimento de microorganismos e reações químicas, exemplificado na Figura 12.

Atualmente, o conceito de atividade de água é universalmente adotado por cientistas e tecnologistas da área de alimentos para quantificar a disponibilidade de água (COULTATE, 1996).

Figura 12: Taxas de reações de deterioração em alimentos como função da atividade de água em temperatura ambiente



Fonte: Van Den Berg; Bruin, 1981.

A figura 12 também nos mostra que a reação tem sua velocidade relativa reduzida com a diminuição da A_w , até que numa A_w abaixo de 0,2 todas as reações estejam praticamente inibidas, com exceção da oxidação de lipídeos.

Os fungos são os microorganismos mais resistentes à diminuição da atividade de água, sendo os principais responsáveis pela deterioração de alimentos na faixa de A_w de 0,61 – 0,70 (BEUCHAT, 1983).

O *Food and Drugs Administration* (FDA), órgão Americano de regulamentação de alimentos e remédios, define a severidade do tratamento térmico em alimentos enlatados com base em sua A_w e em seu pH. Os valores considerados limites, ou seja, abaixo dos quais não há crescimento de bactérias patogênicas, são de 0,85 para A_w e de 4,5 para o pH. Os alimentos podem ser classificados em quatro categorias principais (JOHNSTON; LIN, 1987):

1. $A_w < 0,85$ e $pH < 4,5$
2. $A_w < 0,85$ e $pH > 4,5$
3. $A_w > 0,85$ e $pH < 4,5$
4. $A_w > 0,85$ e $pH > 4,5$

Essas categorias são definidas pela possibilidade de crescimento de bactérias patogênicas, principalmente o *Clostridium botulinum*. Os alimentos de categoria 4 precisam ser esterilizados em autoclave ou sofrer um processo combinado de pasteurização e acidificação (JOHNSTON; LIN, 1987).

O uso mais importante da atividade de água tem sido para garantir a estabilidade de alimentos e controlar o crescimento de microorganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar (RUEGG; BLANC, 1981). Embora a legislação pertinente não mencione, há a necessidade de acrescentar as análises de atividade de água e cor instrumental no melado do experimento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida dentro dos padrões exigidos pela resolução 466 de 12 de dezembro de 2012 do Ministério da Saúde – Conselho Nacional da Saúde e pela Lei Federal 11.794 de 08 de outubro de 2008, sendo aprovado pela Comissão de Ética Humana (CEP), número do parecer: 721.724, na data da relatoria 08/07/2014.

Os experimentos foram conduzidos em três diferentes fases: 1ª fase - estudo da hidrólise com solução de açúcar cristal very high polarization (VHP), 2ª fase - estudo da hidrólise com caldo de cana-de-açúcar, e 3ª fase - produção de melado nas melhores condições de hidrólise observadas.

3.1 Estudos com solução de açúcar cristal very high polarization (VHP)

Ensaio preliminares (não publicados) da inversão da sacarose com fermento biológico seco instantâneo (FBSI) foram realizados preparando-se soluções aquosas com 19% (m/v) de açúcar cristal VHP (açúcar cristal fabricado sem sulfitação), as quais foram fracionadas para estudos das diferentes concentrações (0,005 a 0,2%), temperaturas (50, 55, 60 e 70°C) e tempos de reação (30, 60 e 90 minutos). Estes ensaios mostraram que as melhores condições encontradas foram: concentração de fermento FBSI de 0,010%, temperatura de 55°C e tempo de 30 minutos de reação.

3.1.1 Estudos com caldo de cana-de-açúcar

Para os experimentos com caldo, utilizaram-se canas-de-açúcar obtidas no Campus da Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências agrárias, Araras, SP em três repetições ou lotes: 1º lote mês de março de 2015 variedades RB966928; 2º lote em maio de 2015, variedade RB855156; 3º lote em julho de 2015, variedade RB855453.

Os colmos foram triturados por máquina desintegradora (Figura 13) e prensadas a 250 kg/cm² (Figura 14) para obtenção do caldo bruto. A quantidade de caldo extraído foi em torno de 60 kg por lote e armazenados em freezers a -18°C para posterior estudo de hidrólise da sacarose do caldo e

fabricação do melado. Todos os caldos ficaram congelados por no máximo 48 horas desde a moagem da cana até a fabricação dos melados. O caldo foi então descongelado naturalmente até a temperatura ambiente, homogeneizado e aquecido a 55°C. Em seguida, foi fracionado em 4 porções (A, B, C e D) e inoculado com suspensão de FBSI a 10% para obtenção das seguintes concentrações finais de fermento: A - 0,005%; B - 0,010%; C - 0,015% e D - 0,020% de fermento e deixados em repouso por 30 minutos em temperatura constante de 55°C. Os parâmetros, concentração de fermento 0,010%, temperatura de reação 55°C e tempo de 30 minutos, foram eleitos como a melhor condição para se prosseguir o estudo.

Figura 13: Forrageira para triturar cana-de-açúcar



Fonte: J.E. Emídio, 2015

Figura 14: Prensa Hidráulica



Fonte: J.E. Emídio, 2015

3.1.2 Produção de melado

Os caldos sem inoculação e com inoculação de 0,010% de fermento (FBSI) foram aquecidos a 55° C, e mantidos por 30 minutos de hidrólise, em seguida foram aquecido a 105° C, alcançando uma concentração de sólidos totais de aproximadamente 80° Brix (consistência de melado), resfriados a 80°C e envasados em frascos de vidro de boca larga, com capacidade de 500 mL e acondicionados em temperatura ambiente para posteriores análises físico-químicas, sensoriais e cor instrumental.

3.2 Análises físico-químicas

Os parâmetros analisados nas soluções de açúcar, caldos e melados foram: porcentagem de sólidos solúveis (TSS), potencial hidrogeniônico (pH), açúcar redutor (A.R.), açúcar redutor total (A.R.T.) e taxa de inversão da sacarose (T.I.S). No melado foram analisados ainda os parâmetros, atividade de água e cor instrumental.

As metodologias seguiram às recomendações da *Internacional Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis* - ICUMSA (ICUMSA, 2011). A taxa de inversão foi obtida algebricamente utilizando-se a seguinte fórmula: $(T.I.S\% = 100 - (112,05(ART - AR) / TSS)$ e as análises foram realizadas no Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica (LAST) do Departamento de Tecnologia Agroindustrial e Socioeconômico Rural do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar. Como não existem metodologias oficiais para o melado, as determinações foram adaptadas e realizadas segundo o descrito nos manuais de métodos de análises de açúcar e derivados do laboratório de Análises e Simulação Tecnológica de Centro de Ciências Agrárias da UFSCar (LOPES et al., 2012; LOPES e BORGES, 2011; FERMENTEC, 2003), diluindo-se o melado na proporção de 1:4 em triplicata.

3.2.1. pH e Brix

A determinação do Brix (teor de sólidos solúveis) e do pH (potencial hidrogeniônico) foram realizadas por meio da medida direta, refratométrica e potenciométrica em solução a 10%.

3.2.2 Açúcares redutores e açúcares redutores totais

Para determinação dos teores de açúcares redutores (AR) e açúcares redutores totais (ART), a técnica utilizada foi titulação oxirredutimétrica pelo método de Lane-Eynon.

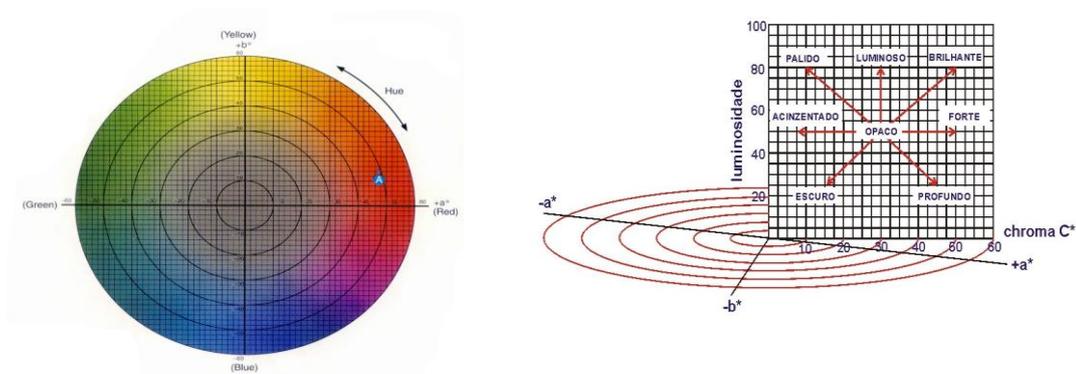
3.2.3 Atividade de água (Aw)

A atividade de água das amostras foi quantificada em aparelho Texto 650 (Texto GmbH & Co, Lenzkirch, Alemanha).

3.2.4. Cor instrumental

A cor instrumental dos melados foi avaliada utilizando o colorímetro Color Meter-Minolta 200b de 8 mm de diâmetro. Registraram-se mudanças na coloração, brilho e saturação das cores por meio do valor L (Luminosidade), que varia do negro (L = 0) ao branco (L = 100); do valor a^* , que caracteriza coloração na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$); e do valor b^* , que indica coloração no intervalo do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$). O aparelho foi previamente calibrado em superfície branca de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE 1976 L, a^* , b^* – CIELAB) (MINOLTA, 1994).

Figura 15: Gráfico do círculo de cores representado os valores L, a^* , b^* , hue e croma



Fonte: Minolta Corp, 1996

3.2.5 Análise sensorial de diferença e preferência dos melados

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análises Sensoriais da UFSCar, em cabines individuais. As quatro amostras de melados foram apresentadas para 43 julgadores em copinhos plásticos, descartáveis, com capacidade de 50 mL, codificados, contendo 20 gramas. Foi utilizado o teste de ordenação de diferença em relação à cor (clara – escura); brilho

(menos brilho – mais brilho); aroma melado (fraco – forte); aroma fermento (pouco aroma de fermento – muito aroma de fermento); sabor doce (menos doce – mais doce); sabor ácido (menos – mais ácido); viscosidade (menos viscoso – mais viscoso). Também foi realizado teste de ordenação de preferência (menos gostei – mais gostei) (NEWELL; MACFARLANE, 1987).

Os julgadores registraram suas observações em uma ficha de avaliação (Apêndice 1) e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que foram entregues aos participantes da pesquisa (Apêndice 2).

3.2.6 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey para determinar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias, utilizando-se o Software Statistica V.5.5 (StatSoft Inc., EUA).

As interpretações dos dados obtidos nos testes de ordenação foram realizadas de acordo com o teste de Friedman que indica a diferença crítica entre os totais de ordenação em nível de 5% (NEWELL; MACFARLANE, 1987).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises físico-químicas das soluções de açúcar cristal e caldo de cana-de-açúcar

Os ensaios preliminares (não publicado) desenvolvidos com açúcar cristal VHP, mostraram que as melhores condições de hidrólise para obtenção de um melado que tenha em torno de 30% de açúcar redutor foi diante da concentração de fermento - FBSI de 0,010%, tempo de inversão 30 minutos e 55°C. A concentração de fermento de 0,005% promoveu uma taxa de inversão de 23,82% inferior ao desejado, e a concentração 0,015% apresentou taxa de inversão de 50,52%, muito acima do objetivo desse trabalho que corresponde a uma concentração de açúcar redutor próximo a 30% no produto final conforme (DELGADO; DELGADO, 1999).

Verificou-se que os valores de TSS e pH do caldo foram minimamente afetados pela adição da suspensão de fermento, pois as reações enzimáticas apresentam vantagens como: serem realizadas em condições brandas de temperaturas e pH, serem altamente específicas, apresentarem número reduzido de reações colaterais e assim formação de substâncias indesejadas que alterem o pH ou o teor de sólidos em solução (COULTATE, 2004; FERREIRA et al, 2013).

Os resultados apresentados na Tabela 3 demonstram uma relação linear positiva entre o aumento da concentração de fermento, a concentração de açúcar redutor e a taxa de inversão de sacarose. O aumento da concentração de fermento representa também um aumento na quantidade de enzima invertase presente no meio, que ao participarem da hidrólise da sacarose, elevam os índices de açúcares redutores (A.R.) e taxa de inversão de sacarose (T.I.S.).

Tabela 3 - Determinações físico-químicas da reação de hidrólise da solução de açúcar cristal VHP e de caldo de cana-de-açúcar, com diferentes concentrações de fermento seco instantâneo a 55°C por 30 minutos.

Concentração fermento (%)	TSS (%) [*]	pH	A.R. (%) [*]	A.R.T. (%) [*]	T.I.S. (%) [*]
Solução de açúcar VHP 19%					
0,005	19,5 ^a	5,0 ^a	6,0 ^a	19,0 ^a	23,8 ^a
0,010	19,5 ^a	5,0 ^a	8,5 ^b	19,0 ^a	38,5 ^b
0,015	19,5 ^a	5,0 ^a	11,0 ^c	19,4 ^a	50,5 ^c
0,020	19,4 ^a	5,0 ^a	12,0 ^d	19,0 ^a	59,9 ^d
Caldo de cana-de-açúcar					
0,00	14,4 ^a	5,5 ^a	1,9 ^a	13,8 ^a	7,4 ^a
0,005	14,5 ^a	5,3 ^a	4,3 ^b	14,4 ^a	21,8 ^b
0,010	14,6 ^a	5,3 ^a	6,2 ^c	14,0 ^a	40,2 ^c
0,015	14,6 ^a	5,3 ^a	8,0 ^d	13,0 ^a	61,6 ^d

^{*}TSS: teor de sólidos solúveis em solução; A.R.: açúcares redutores; A.R.T.: açúcares redutores totais e T.I.S.: taxa de inversão da sacarose.

Letras iguais nas colunas indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O valor de açúcares redutores totais (A.R.T.) permaneceu constante, testemunhando que, embora a hidrólise da sacarose do caldo tenha ocorrido de maneira proporcional à concentração de fermento, não houve perda de açúcar no sistema.

Pode-se ainda visualizar na Tabela 3 uma pequena taxa de inversão (7,4%) no caldo de cana-de-açúcar não tratado, cujas enzimas se encontram naturalmente presentes no caldo de cana. O caldo de cana possui em sua constituição natural grande variedade de enzimas, entre as quais a invertase, sobretudo nas leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* naturalmente presentes (NOVAKI, 2010).

A invertase está também presente em outros vegetais, em invertebrados, vertebrados, algas verdes, bactérias e fungos em suas diversas isoformas (diferentes formas da mesma proteína), com diferentes propriedades bioquímicas e localização subcelular: invertase neutra, invertase ácida vacuolar, invertase ácida da parede celular e apoplastos, cuja função é

hidrolisar a sacarose em glicose e frutose (RODRIGUES, 1995; LEITE et al, 2011).

O caldo de cana, ao ser exposto ao ambiente durante a moagem, pode ser “contaminado” com leveduras selvagens, que contribuem para a pequena hidrólise mesmo que o caldo não tenha sido inoculado intencionalmente (DELGADO; DELGADO, 1999; PARAZZI JUNIOR, 2006), como é possível observar na tabela 3.

4.2. Produção de melado

A tabela 4 apresenta os resultados das análises físico-químicas dos melados tratados e não tratados e pode-se observar que o melado tratado com adição de FBSI não sofreu alteração do teor de sólidos solúveis, pH e ART, como observado para o caldo.

Tabela 4 - Resultados médios das análises físico-químicas referentes aos melados (não tratado e tratado), com e sem adição de fermento, temperatura de 55°C e tempo de 30 minutos de hidrólise.

Concentração de Fermento (%)	TSS (%)	pH	A.R. (%)	A.R.T. (%)	T.I.S. (%)	Atividade de Água a_w **
Sem FBSI	76,4 ^a	5,0 ^a	12,0 ^a	70,3 ^a	14,4 ^a	0,78
0,010% FBSI	74,6 ^a	5,0 ^a	27,5 ^b	67,9 ^a	39,4 ^b	0,75

*TSS teor de sólidos solúveis em solução; A.R.: açúcares redutos; A.R.T.: açúcares redutores totais e T.I.S.: taxa de inversão da sacarose. ** média de 4 repetições.

** Letras iguais nas colunas, indicam que não há diferença significativa entre os valores pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O melado produzido apresenta naturalmente leve acidez, tanto o melado obtido com caldo tratado com fermento como o obtido com caldo sem tratamento com média aproximada de 5,0. A enzima invertase, componente do fermento responsável pela hidrólise, tem seu pH ótimo de atividade no intervalo de pH 3,5 a 5,5, o que não levou à necessidade de correção do pHs dos caldos para obtenção dos melados. A origem deste pH está nos ácidos orgânicos naturais do caldo, que propiciam um meio favorável à inversão e que se concentram com a evaporação, proporcionando no final juntamente com a

atividade de água (a_w) de 0,75 uma contribuição para a estabilidade do produto, dificultando o crescimento de bactérias patogênicas e alterações de cor que comprometem seu aspecto visual durante o prazo de validade (FRANCO; LANDGRAF, 1996; FIALHO et al, 2009).

Os resultados de A.R. são estatisticamente diferentes, demonstrando que houve hidrólise proporcional à concentração de FBSI e que a concentração de 0,010% proporcionou um produto final com A.R. de 27,5%, próximo aos 30% de açúcares redutores esperado.

Melados de cana-de-açúcar com grandes quantidades de sacarose tendem a sofrer recristalização, o que representa uma inconveniência para o melado, destacando a importância do teor de açúcares redutores estarem próximo de 30% numa mistura equimolecular de frutose e glicose, o que dificulta a recristalização indesejada do melado (DELGADO; DELGADO, 1999; LOPES; BORGES, 2011). A legislação brasileira não menciona o teor de açúcares redutores ideal, porém destaca a importância deste parâmetro de análises, uma vez que ele interfere nas características visuais do produto final, prolongando a vida útil por não permitir o aparecimento de precipitados no melado (BRASIL, 1978).

A publicação citada anteriormente também menciona o teor de glicídios totais como outra propriedade essencial na designação do produto, sendo representado pelo valor de A.R.T. (açúcares redutores totais). Essa propriedade indica a somatória dos açúcares presentes (sacarose, glicose e frutose), em que se preconiza que a porcentagem mínima de A.R.T. no melado deve ser 50%. Como pode ser observado também na tabela 4, o melado obtido encontra-se em consonância com a legislação vigente.

4.3. Resultados da análise da cor instrumental dos melados

Na determinação da cor, o parâmetro L^* , representado na tabela 5, indica a luminosidade e se refere à capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz, variando numa escala de zero a 100. Quanto maior o valor de L^* , mais claro o objeto. O parâmetro a^* , por sua vez, refere-se à contribuição das cores verde (-)/vermelho(+) e o parâmetro b^* às cores azul(-) / amarelo(+). Os valores de L^* variaram de 21,5 a 24,6 e a amostra 2 foi considerada a mais clara, enquanto a amostra 4 destacou-se como a mais escura.

Entre as amostras 1 e 3 não ocorreu diferença significativa de cor. Pelos valores de hue e croma, observa-se que as amostras de 1 a 3 se apresentaram na região mais amarelada e com colorações mais puras e vívidas, enquanto que a amostra 4 se apresentou na região mais avermelhada e coloração menos pura, situada mais na região do cinza.

Tabela 5 - Resultados médios das análises da cor instrumental dos melados de cana

Melado	L^*	a^*	b^*	Hue	Croma
1	$23,8 \pm 0,104^b$	$1,3 \pm 0,055^b$	$3,1 \pm 0,077^b$	67,25	3,36
2	$24,6 \pm 0,152^c$	$2,4 \pm 0,083^d$	$4,5 \pm 0,179^d$	61,93	5,10
3	$24,0 \pm 0,149^b$	$1,5 \pm 0,041^c$	$3,7 \pm 0,153^c$	67,93	3,99
4	$21,5 \pm 0,373^a$	$1,0 \pm 0,073^a$	$1,1 \pm 0,128^a$	47,73	1,49

Média \pm desvio padrão de quatro determinações experimentais.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Melados: 1 sem tratamento, 2 melado tratado obtido na primeira época, 3 melado tratado obtido na segunda época, 4 melado tratado obtido na terceira época.

Os valores hue e croma são obtidos dos valores a^* e b^* , sendo o hue o ângulo de cor que varia do zero ao 360° no círculo de cores estabelecido pela empresa Minolta (fabricante do colorímetro utilizado na análise) conforme fig.15. Os valores 0° e 360° correspondem ao vermelho, e os valores 90° , 180° e 270° , correspondem ao amarelo, verde e azul, respectivamente, como mostra o círculo de cores da Figura 15.

Os resultados de cor instrumental obtidos para os melados demonstram que os tratamentos não influenciaram na coloração apesar das diferenças estatísticas como é apresentado na tabela 5. Esta conclusão é apresentada diante dos valores obtidos para os três componentes de cor do tratamento 1 (sem levedura), sendo este sistematicamente intermediário aos tratamentos 2, 3, e 4 (tratados com fermento), como podemos ver na Tabela 5. Observou-se que houve correlação entre a cor instrumental e a cor sensorial. Um aspecto importante deste resultado é que não existia até o momento, na literatura, resultados de cor instrumental para melados, que pode, futuramente, ser um parâmetro importante para sua comercialização.

4.3.1. Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial dos melados produzidos utilizando-se caldos de cana provenientes dos diferentes lotes, sem e com adição de fermento, estão apresentados na Tabela 6 e observou-se que, para o atributo cor, as médias obtidas se correlacionam com os resultados obtidos pela análise instrumental da cor dos melados. As amostras 2 e 3, não apresentaram diferença estatística entre si, aparecendo como as mais claras, e a amostra 4 mais escura. A cor é um parâmetro importante da aparência, pois é percebida logo no primeiro contato do consumidor com o produto e pode fornecer informações sobre seu processamento. Também é um parâmetro de qualidade que agrega valor, uma vez que melados mais claros são os preferidos pelos consumidores.

Os resultados de cor sugerem também que a questão variedade é preponderante neste quesito uma vez que o melado 1 obtido sem tratamento (sem inversão enzimática), apresentou cor intermediária entre as demais.

Tabela 6 - Resultados da análise sensorial dos melados produzidos sem e com adição de fermento.

Melado*	Cor	Brilho	Aroma Melado	Aroma Fermento	Gosto doce	Gosto Ácido	Viscosidade	Prefe-rência
1	116 ^b	115 ^{ab}	107 ^{ab}	95 ^a	90 ^b	132 ^a	96 ^b	79 ^b
2	77 ^c	98 ^{bc}	118 ^a	108 ^a	124 ^a	88 ^b	103 ^{ab}	129 ^a
3	80 ^c	83 ^c	108 ^{ab}	111 ^a	107 ^{ab}	103 ^{ab}	104 ^{ab}	101 ^a
4	157 ^a	134 ^a	87 ^b	86 ^a	109 ^{ab}	107 ^{ab}	127 ^a	121 ^a

Valores seguidos de letras iguais na horizontal não diferem significativamente ($p \leq 0,05$). Diferença mínima ≥ 31 .

*Melado 1: obtido com caldo do 3º Lote (sem adição de fermento), Melado 2: obtido com caldo do 1º Lote (com 0,010% de FBSI), Melado 3: obtido com caldo obtido no 2º Lote (com 0,010% de FBSI), Melado 4: obtido com caldo do 3º Lote (com 0,010% de FBSI).

Silva, Cesar e Chaves (2003), e Godshall (1999) afirmam que eliminar os ponteiros da cana durante sua colheita é importante, pois eles estão relacionados com a concentração de precursores de cor, uma vez que são ricos em compostos fenólicos, responsáveis pelas reações de escurecimento enzimático, bem como açúcares redutores e proteínas, responsáveis pelas reações de escurecimento não enzimático, denominadas Reações de Maillard.

Como a clarificação no processamento do melado não é um procedimento comum, os compostos fenólicos misturados ao caldo durante a moagem da cana, tendo o ferro como catalisador, sofrem oxidação por ação das enzimas fenoloxidasas (PO) e do oxigênio presente no ar, formando quinonas, intensificando a cor escura mais intensa ao melado. Há uma grande variação neste item e não existe na literatura um padrão ou uma forma de avaliação para determinar qual a melhor cor para este produto.

Para o aspecto brilho, as amostras 2 e 3 apresentaram os menores valores, e a amostra de número 2 não apresentou diferença significativa quando comparada a amostra 1.

Quanto ao aroma de melado, a amostra 4 apresentou uma menor somatória quando comparada às demais amostras, sem diferir significativamente de 1 e 3, porém divergindo ($p \leq 0,05$) da amostra 2. Para o

aspecto de aroma de fermento, não houve diferença estatística entre as amostras, concluindo-se que apesar do caldo ser inoculado com uma suspensão de fermento de panificação FBSI os melados derivados desse caldo não apresentaram sabor residual de fermento.

No quesito sabor doce, as amostras 1 e 2 apresentaram diferença significativa, sendo a amostra 2 mais ácida. No entanto, os três tratamentos com fermento FBSI não apresentaram diferença quanto ao sabor doce. As amostras 2, 3 e 4 (melados com tratamento) foram semelhantes quanto ao sabor ácido, corroborado pelo iguais valores de pH descritos anteriormente na Tabela 2. O fato das reações enzimáticas serem específicas e não provocarem reações secundárias colaterais (KOTWAL; SHANKAR, 2009) torna o processo estudado mais interessante, destacando, por exemplo, que a produção de melado com inversão ácida o qual ao final levaria a um pH por volta de 3.

A viscosidade está relacionada com a concentração (*Brix*) e é a resistência ao fluxo apresentada pelo melado. Não houve variação na análise sensorial quanto à viscosidade das amostras, o que era esperado, uma vez que as quantidades de sólidos solúveis totais finais no melado foram estatisticamente semelhantes, como foi descrito na Tabela 2.

Quanto à preferência, as amostras experimentais obtidas com hidrólise proporcionada pelo fermento não apresentaram diferença significativa entre si, diferindo, no entanto, da amostra sem fermento. As amostras 2, 3 e 4 foram as mais preferidas e a 1 menos preferida.

Durante o desenvolvimento desse projeto, sempre estivemos em sintonia com os princípios que regem o programa de pós graduação em Agroecologia e desenvolvimento rural da Universidade Federal de São Carlos – Centro de ciências agrícola (C.C.A.) que são fazer projetos:

- Ecologicamente Correto;
- Economicamente viável;
- Socialmente justo; e
- Culturalmente aceito.

5 CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que é possível hidrolisar parcialmente a sacarose do caldo de cana-de-açúcar pela ação de enzimas presentes no fermento de panificação nas condições do experimento, e que o melado fabricado desta forma atende às especificações, sendo inclusive preferido entre os consumidores.

Os resultados obtidos indicam uma solução viável e de baixo custo para a produção de melados com teor de açúcares redutores em torno de 30%, garantindo assim melhor estabilidade em relação à recristalização da sacarose, normalmente associada a um aspecto negativo da qualidade do produto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. – ANVISA. **RDC N° 273:** Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005. Brasília, 2005. 7 p.
Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b683960047457a8b8736d73fbc4c6735/RDC_273_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 20 dez. 2014.
- ANAGNOSTOPOULUS, G. Water activity in food. **Nutrition and food Science**, Bingley, v.79, n.4, p.6-7, 1979.
- BARNES, A. C. **The sugar cane**. 2. ed. London: Leonar Hill Books, 1974. 572 p.
- BAYMA, A. C. A cana na pequena indústria: mel-de-engenho. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 80, n. 6, p. 11-17, dez. 1972.
- BEUCHAT, L.R. Influence of water activity on growth, metabolic activities and survival of yeast's and molds. **Journal of Food Protection**, Des Moines,v.46, n.2, p.135 –141, 1983.
- BORBA, M.M.Z.; BAZZO, A.M. **Estudos econômicos do ciclo produtivo da cana-de-açúcar para reforma de canavial, em área de fornecedor do Estado de São Paulo**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2009. 21p.
- BRASIL. **Portaria nº 1428, de 26 de novembro de 1993**. Dispõe sobre o controle de qualidade na área de alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de dez. de 1993. Seção 1, p. 18415-18419. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1428_93>. Acesso em: 22 de dez. 2014.
- BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimento rev. e s. **Resolução CNNPA nº 12, de 1978:** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 1978. D.O. de 24/07/1978. Disponível em:
<http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- BRASIL. **Resolução 12/33 de 1978 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**. Normatização brasileira relativa a açúcar mascavo, melado e rapadura. Disponível em:
<www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/normatizacao-brasileira-relativa-a-acucar-mascavo-melado-e-rapadura.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- BRASIL. ALEXANDRE PIRES MATA. (Ed.). **Indicadores IBGE:** Estatística da Produção Agrícola. 2013. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301comentarios.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2014.

MELAÇOS BRASILEIROS. **O melão na pecuária**. Disponível em:

<<http://melacos.com.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CHAVES, J. B. P.; SILVA, F. S.; CESAR, M. A. A. , Controle na produção e dos produtos açucarados. In: SILVA, F. C.; CESAR, M. A. A.; SILVA, C. A. B. (Ed.). **Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar: melado, rapadura e açúcar mascavo**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2003. p. 84-105.

CHAVES, J. B. P. **Como produzir rapadura, melado e açúcar mascavo**.

Viçosa/MG: CPT, 2008. 258p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamentos de safra de cana-de-açúcar: abril 2015/2016**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/344b55c90f6d37e3beca41418e5df0e5.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2014.

COULTATE, T.P. **Alimentos: a química de seus componentes**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 56 p.

COULTATE, T.P. **Food: the chemistry of its components**. 3rd. edition. London: Royal Society of Chemistry, 1996.p. (Series of the Royal Society of Chemistry Paperbacks).

DANTAS, L. C.; THIOLLENT, M. Valorização de produtos sucroalcooleiros artesanais em base territorial: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24. Florianópolis, 2004. **Anais...**

Disponível em:

<http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ENEGEP2004_Enegep0111_0072_valorizacao_000fjd78h4402wyiv809gkz51oigpzlx.pdf>. Acesso em: 20 dez 2014.

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

DITCHFIELD, C. **Estudos dos métodos para a medida da atividade de água**. 2000. 195 f. 2000. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia) - Universidade Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2000.

FAVA, A. R. Atletas ingerem garapa para repor energia. **Jornal da Unicamp**, Campinas,ed. 250, 39 maio 2004. Disponível em:

<www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/maio2004/ju250pag8a.html>. Acesso em: 23 dez. 2014.

FERMENTEC. **Métodos analíticos para o controle da produção de açúcar e álcool**. 3ª edição, Piracicaba 2003.

FERREIRA, S. Martins et al. Produção de açúcares redutores por hidrólise ácida e enzimática de farinha de arroz. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 15, p.383-390, 2013. Trimestral. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev154/Art1547.pdf>>. Acesso em: 10 jun 2015.

FIALHO, A et al. **Caracterização cinética da enzima invertase**. 2. ed. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2009. 16 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/jo%C3%A3o%20/Downloads/BBM%20-RelatorioTP2.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

FIGUEREDO FILHO, O. Desafios da mecanização em cana-de-açúcar. 2011. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE CANA-DE-AÇÚCAR – SPMEC, 2., 2011, Cidade de realização do evento. **Anais...** Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/toledoanderson/spmec-2011-palestra-abertura-osmar-ctc>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

OS INGREDIENTES ENRIQUECEDORES. **Food Ingrediente Brasil**, São Paulo, n. 10, p. 22-27, 2009. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/114.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2015.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 226p.

GASPAR, L. **Mel de engenho (melado)**. Pesquisa Escolar Online, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <<http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/>>. Acesso em: 6 ago. 2009.

GODSHALL, M.A. Removal of colorants and polysaccharides and the quality of White sugar. In: ASSOCIATION A.V.H. SYMPOSIUM, 6. 1999, Reims. **Proceedings...** Reims: Association Andrew van Hook, 1999. p. 28-35.

GONÇALVES, Nelson Borges. **Produção de açúcar mascavo, melado e rapadura**: descrição do projeto agroindustrial. 2000. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/homepage/inserir_homepage>. Acesso em: 12 jan. 2015.

HENRY, R. J. Basic Information on the sugarcane plant. In: HENRY, R. J.; KOLE, C. (Ed.). **Genetics, genomics and breeding of crop plants**. New Hampshire: Science Publishers, 2010. p. 1-7.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores IBGE**: estatística da produção agrícola. Brasília, 2013. Disponível

em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301comentarios.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico**: Brasil 2000. Rio de Janeiro, 2001. jan. 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário**: Brasil 1995-1996. Rio de Janeiro, 1998. v.1.

ICUMSA (INTERNATIONAL COMMISSION FOR UNIFORM METHODS OF SUGAR ANALYSIS) 2011. **Method book**. Berlin, Germany: Bartens, 2011. 128p.

JOHNSTON, M. R.; LIN, R. C. F.D.A. views on the importance of A_w in good manufacturing practice. In: ROCKLAND, L. B.; BEUCHAT, L. R. **Water activity: theory and applications to food**. Nova Iorque: Marcel Dekker, 1987. p. 287 – 294.

KALANTY, M. **Como assar pães**: as cinco famílias. São Paulo: Senac, 2012. 532 p.

KARMAS, E. Techniques for measurement of moisture content of foods. **Food Technology**, Chicago, v. 34, n.4, p. 52 – 59, 1980.

KOTWAL, S.M.; SHANKAR, V. Immobilized invertase. **Biotechnology Advances**, Nova Iorque, v.27, p. 311-322, 2009.

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

LEITÃO, J. H. G. et al. **Caracterização cinética da enzima invertase**. 2. ed. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2009. 16 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/usuario/Downloads/BBM-RelatorioTP2.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

LEITE, G.H.P. et al. Atividade das enzimas invertases e acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar sob efeito do nitrato de potássio, etefon e etil-trinexapac. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras 2011; v.4, n.35, p.649 – 656. Bimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n4/02.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2015

LICHT, F.O. **World sugar statistics 2010**. Kent: Angra Informa, 2009. Disponível em: <http://www.reportlinker.com/report/best/keywords/sugar%20world?utm_adgrou

p=Sugar_World_ROW&gclid=CM2cxpp7mboCFS9dQgodKT0AqA>. Acesso em: 28 dez. 2014.

LOPES, C. H., BORGES, M. T. M. R. **Controle químico do processamento sucroalcooleiro**. São Carlos: EDUFSCar, 2011. 139p.

LOPES, C. H.; BORGES, M. T. M. R. **Produção de açúcar mascavo, rapadura e melado de cana**. Rio Grande do Sul: CNA; SEBRAE; SENAR, 1998, 44 p...

LOPES, Cláudio Hartkopf; GABRIEL, Afra Vital Matos Dias. **Tecnologia de produção de açúcar de cana**. São Carlos: Edufscar, 2011. 183 p.

MAGALHÃES, L. H. et al (Org.). **Práticas em iniciação à pesquisa**. Londrina: Edunifil, 2012. 446 p. Disponível em: <http://www.unifil.br/portal/arquivos/publicacoes/paginas/2012/4/469_677_publicipg.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2015.

MARQUES, D. et al. **Cana-de-açúcar: avanço científico beneficia o País**. 2009. Elaborada por Conselho de Informações sobre Biotecnologia. Disponível em: <<http://cib.org.br/biotec-de-a-a-z/publicacoes/guia-da-cana-de-acucar/origem/>>. Acesso em: 16 dez. 2014.

MENDONÇA, C. R.; RODRIGUES, R. S.; ZAMBAZI, R. C. Açúcar mascavo em geléia das de maçã. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.6, n.30, p.1053-1058, 22 mar. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n6/a22v30n6.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Ramsey, 1994. 49 p.

MUTUANDO. Instituto Giramundo. **Agricultura familiar: programa de extensão rural agroecológico**. 3. ed. Botucatu: Progera / Agricultura Familiar, 2009. 21 p. (Cadernos Agroecológicos). Disponível em: <<http://mutuando.org.br/wp-content/uploads/2012/08/5ComercializacaonaAgriculturaFamiliar.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

NEPA - NUCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (Brasil) (Ed.). **TACO: Tabela Brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: Unicamp, 2011. 161 p. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2015.

NEWELL, G.J.; MacFARLANE, J.D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, Chicago, v.52, n.6, p.1721-1725, 1987.

NOVAKI, L. et al. Produção de Invertase por Fermentação em Estado Sólido a partir de farelo de soja. **Engevista**, Rio de Janeiro, v.2, n.12, p.131-140, dez. 2010. Disponível em: <<http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/announcement/view/8>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

OETTERER, M. **Mono e dissacarídeos**: propriedades dos açúcares Piracicaba: ESALQ/USP, [s.d.]. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Mono e Dissacarídeos - Propriedades dos Açúcares.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Mono%20e%20Dissacar%C3%ADdeos%20-%20Propriedades%20dos%20A%C3%A7%C3%BAcares.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2015.

OLIVEIRA, C. S. et al. **Bioquímica na cozinha**. São Paulo: Instituto de Química da USP, 2005. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAnSQAH/bioquimica-na-cozinha>>. Acesso em: 09 jan. 2015.

PARAZZI JÚNIOR, O. **Metabolização de açúcares em linhagens de Saccharomyces cerevisiae com e sem transportador de sacarose e diferentes atividades de invertase**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PINTO, G.L.; COELHO, D.T. **Produção de melado no meio rural**. Viçosa: UFV, 1983. 8p.

PREZOTTO, L. **Legislação sanitária**: limitações e possibilidades para a pequena agroindústria, VII curso de implementação de programas de verticalização da pequena produção familiar, Brasília/DF, Aprove, ag. de 2002, p10-24.

RIBEIRO, P. R. et al. **Curso seqüencial de automação para indústria sucroalcooleira**: apostila de treinamento módulo II. Ribeirão Preto: Unaerp, 2003. Disponível em: <<file:///C:/Users/usuario/Downloads/55554242-Apostila-sucroalcooleira.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

ROACH. B. T.; DANIELS. J. A review of the origin and improvement of sugarcane. In: **COPERSUCAR INTERNATIONAL SUGARCANE BREEDING WORKSHOP**. Piracicaba: Copersucar, 1987, p.1-31.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. 1995. Disponível em: <<http://www.malavolta.com.br/pdf/1071.pdf>>. Acesso em: 25 dez. 2014.

RUEGG, M.; BLANC, B. Influence of water activity on the manufacture and aging of cheese. In: ROCKLAND, L.B.; STEWART, G.F. **Water activity**: influences on food quality. London: Academic Press, 1981. p. 791 – 811.

SHIMURA, R. **Tipos de fermentos**: panificação. 2011. Disponível em: <<http://rogerioshimura.wordpress.com/2011/08/20/tipos-de-fermentos/>>. Acesso em: 14 jan. 2015.

SILVA, F. C. CESAR, M. A. A.; CHAVES, J. B. P. Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima. In: SILVA, F. C. CESAR, M. A. A.; SILVA, C. A. B. **Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2003. p. 53-82.

SOSA, B. M. et al. Revolução agroecológica: o movimento de camponês a camponês da ANAP em Cuba. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2013. 152 p.

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**, Jaboticabal, v.19, n.1, p.28-12, 1999.

TEIXEIRA, M.G et al. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): um enfoque na perspectiva democrática de Alain Touraine. In: CONGRESSO ANUAL DO SOBER, 44, ano, Cidade de realização do congresso. **Anais..** Fortaleza: SOBER, 2006. CD-ROM.

VAN DEN BERG, C.; BRUIN, S. Water activity and its estimation in food systems: theoretical aspects. In: ROCKLAND, L. B.; STEWART, G.F. **Water activity**: influences on food quality. London: Academic Press, 1981p. 1- 61.

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

ZAGO, H. K. **A Importância da Agroindústria Caseira de Produtos de Origem Animal para a Agricultura Familiar de Arroio do Tigre - RS**. 2002. 192 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) Curso de Pós-Graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

APÊNDICE

Apêndice 1:

Ficha para avaliação de atributos sensoriais entregue aos participantes

Nome: _____ Idade: ____ Sexo: _____

Por favor, avalie as Quatro amostras de Melado 1, 2, 3 e 4, ordene-as de forma crescente levando-se em consideração cada atributo especificado:

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO DO ATRIBUTO		ORDENAÇÃO CRESCENTE		
COR	Analisar a intensidade da cor marrom e ordenar as amostras do mais claro para o mais escuro.	-			+
VISCOSIDADE	Refere-se ao deslizamento com recipiente inclinado durante três segundos	-			+
SABOR DOCE	Analisar o sabor doce e ordenar as amostras da menos doce para o mais doce.	-			+
SABOR ÁCIDO	Analisar a acidez dos melados e ordenar as amostras da menos ácida para a mais ácida.	-			+
AROMA DE MELADO	Refere-se ao aroma característico de Melado de cana-de-açúcar, ordenar do aroma mais fraco para o mais forte.	-			+
AROMA DE FERMENTO	Por favor, ordenar as amostras quanto ao aroma de fermento (menor aroma para o maior aroma de fermento)	-			+
BRILHO	Analisar o quesito brilho e ordenar em ordem crescente de fosco ao de maior brilho.	-			+

Agora, avalie as amostras ordenando-as de acordo com sua preferência, ou seja, da amostra menos preferida para a mais preferida.

-			+
---	--	--	---

Agora, avalie as amostras e ordena-as em ordem crescente de acordo com sua intenção de compra

-			+
---	--	--	---

Agora por favor, relate o que mais gostou e menos gostou em cada amostra.

Amostra	o que mais gostou 😊	o que menos gostou ☹️
Amostra _____		

Apêndice 2:

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido entregue aos participantes da pesquisa

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

- 1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa:** Parâmetros de qualidade físico-química e sensorial do melado de cana de açúcar.
- 2. O objetivo do projeto é avaliar amostras de melado de cana de açúcar utilizando método sensorial e estabelecer padrão de qualidade.**
- 3. Você foi selecionado por ser consumidor de melado, sendo que sua participação não é obrigatória.**
- 3. Os objetivos deste estudo é avaliar amostras de melado de cana de modo sensorial.**
- 4. Sua participação nesta pesquisa consistirá em analisar sensorialmente a qualidade da aparência, aroma, sabor e textura de 3 a 9 amostras de melado de cana de açúcar.**
- 5. Considerando que toda pesquisa envolve riscos, nesta pesquisa serão tomados os seguintes cuidados para evitar que os mesmos ocorram: o melado de cana para degustação será produzido no laboratório de simulação tecnológica (LAST) da UFSCar - Araras, com cana de açúcar saudáveis e recém colhidas. As amostras serão armazenadas adequadamente assegurando a qualidade da mesma; para evitar risco de contaminação durante o período de armazenamento serão tomadas providências de padrão de higiene já praticadas no manuseio das amostras de alimentos. As amostras serão armazenadas em condições adequadas, evitando a deterioração e possíveis alterações das características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais.**
- 6. Você poderá desistir de fazer o teste sensorial no início ou no meio dos testes sem qualquer prejuízo.**
- 7. Quanto aos benefícios, os provadores trarão informações importantes o que se refere à qualidade do produto e com estes dados serão geradas discussões no tema da agroindústria, processo de inovação tecnológica entre Universidade e agroindústria.**
- 8. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.**
- 9. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.**
- 10. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.**
- 11. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, nas publicações somente serão informadores sexo, idade dos provadores.**
- 12. Não haverá despesas decorrentes da participação na pesquisa - teste sensorial.**
- 13. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.**

Marta Regina Verruma Bernardi
Universidade Federal de São Carlos-Campus Araras.
Rodovia Anhanguera, Km 174 - Araras - São Paulo – Tel. 19-35432614
verruma@cca.ufscar.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: **cephumanos@power.ufscar.br**

Araras, 01 de junho de 2014

Sujeito da pesquisa *