

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E DE SUJIDADES DE
RAPADURAS ARTESANAIS PRODUZIDAS NA BAIXADA CUIABANA, MATO
GROSSO, BRASIL

CARLA LUCIANE KREUTZ BRAUN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Cuiabá - MT
Abril – 2015

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E DE SUJIDADES DE
RAPADURAS ARTESANAIS PRODUZIDAS NA BAIXADA CUIABANA, MATO
GROSSO, BRASIL

CARLA LUCIANE KREUTZ BRAUN

ORIENTADORA: Profa. Dra. Adriana Paiva de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Cuiabá - MT
Abril – 2015

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT
Campus Cuiabá Bela Vista
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

B825a

Braun, Carla Luciane Kreutz.

Avaliação físico-química, microbiológica e de sujidades de rapaduras artesanais produzidas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, Brasil/ Carla Luciane Kreutz Braun._ Cuiabá, 2015.

75f.

Orientador: Dra. Adriana Paiva de Oliveira.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)_. Programa de Pós-graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. Rapadura – Dissertação. 2. Qualidade – Dissertação. 3. Segurança dos Alimentos - Dissertação 4. Açúcar – Dissertação. I. Oliveira, Adriana Paiva. II. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 664

CDD 664

DEFESA DE DISSERTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ÁREA DE CONHECIMENTO: Controle de Qualidade

CURSO: Mestrado

AUTOR: Carla Luciane Kreutz Braun

ORIENTADOR: Dra. Adriana Paiva de Oliveira

DATA DA DEFESA: 10 de abril de 2015.

TÍTULO APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Adriana Paiva de Oliveira

Dr. Marcio Gonçalo de Lima

Prof. Dr. Paulo Afonso Rossignoli

Dra. Erika Cristina Rodrigues

ATESTADO

Atesto terem sido feitas as correções sugeridas pela Comissão Examinadora.

Orientador: Profa. Dra. Adriana Paiva de Oliveira

Presidente da Comissão Examinadora

Dedicatória

“Somente a tentativa possibilita a conquista”.

Cosmo Zarathustra

“Rapadura é doce, mas não é mole, não!”.

Ditado Popular

A Deus, à família e aos meus orientadores.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Adriana Paiva de Oliveira, dedicada, competente e segura. Agradeço pela confiança e liberdade que me foram dados para realizar este trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcio Gonçalo de Lima, pela parceria neste trabalho, pela dedicação, competência, ensinamentos e tempo dedicados à realização dos ensaios microbiológicos e avaliação do trabalho. Agradeço também pela disponibilização do Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Mato Grosso, disponibilização de pessoas, equipamentos, vidrarias e meios de cultura para realização dos ensaios microbiológicos. Agradeço também à estagiária Joicy Mara Chagas dos Santos pelo auxílio na realização dos referidos ensaios.

Ao Prof. Dr. Ricardo Dalla Villa e a Profa. Dra. Eliana F. G. C. Dores do Laboratório de Contaminantes Inorgânicos do Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso pela disponibilização do laboratório, equipamentos, vidrarias e reagentes para as determinações de minerais, metais potencialmente tóxicos, pesquisa de sujidades e alguns ensaios físico-químicos.

À Profa. Dra. Selma Batista Baia do LATEMA/UFMT pelo apoio ao projeto.

A todos os técnicos do Instituto Federal de Mato Grosso Campus Bela Vista, pela disponibilização dos laboratórios de Química, Bromatologia, Solos e Microbiologia, equipamentos, vidrarias e reagentes para as determinações físico-químicas e leitura dos ensaios microscópicos.

Aos queridos alunos do curso de Engenharia de Alimentos: Francisca Graciele Gomes Pedro, José Carlos de Oliveira, Daiane L. Martins e Gevanil L. Arruda pelo auxílio integral na realização dos experimentos e busca pelo aprimoramento científico. Agradeço também à Mestre Carolina Balbino Garcia dos Santos pelo auxílio nos ensaios analíticos.

Aos Professores do Programa de Pós Graduação, Profa. Dra. Adriana Paiva de Oliveira, Prof. Dr. Dorival Pereira Borges da Costa, Profa. Ph.Dra. Gilma Silva Chitarra, Prof. Dr. João Vicente Neto, Prof. Dr. José Masson, Profa. Dra. Nágela Magave Faria Picanço, Profa. Dra. Rozilaine A. P. G. Faria, Profa. Dra. Valéria de Souza, Prof. Dr. Wander Miguel de Barros e Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza, que contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal.

Aos meus colegas do mestrado, Aline Werner, Alle Atala, André Luiz Arenhardt, Ms. Krishna Rosa, Marcela Rios, Melissa Schirmer, Tatiane Rodrigues, Tatiane Cunha, Vivian de Oliveira, pela amizade e estímulo. Obrigada pela convivência durante as disciplinas, trabalhos e encontros, com vocês este período foi muito divertido, sentirei saudades.

A Deus, por iluminar meus caminhos e guiar meus passos, dando-me forças para seguir em frente nas minhas escolhas e me confortar nos momentos menos fáceis.

Aos meus pais, Pedro Camilo Kreutz e Lori Leoni Kreutz e ao meu esposo Eduardo Flores Braun, por sempre me incentivarem a superar os desafios impostos pela vida, compreenderem minhas ausências e pelo apoio à execução deste projeto.

Ao meu irmão Fernando Henrique Kreutz pelo apoio, resolução de imprevistos na área tecnológica e traduções. E à minha prima Stefani Daiana Kreutz pelo auxílio nas dúvidas gramaticais.

À minha família mato-grossense representada pelos tios Jaime Carlos Kreutz e Cleci Marise Kreutz, sogros Luiz Braun (in memorian) e Nelci Flores Braun, agradeço pelo incentivo, motivação e compreensão.

Aos Professores da minha graduação em Química Industrial de Alimentos, Profa. Dra. Ângela Maria Fiorentini e Prof. Ms. José Maria Soares pela recomendação para a entrada no programa de pós-graduação e posterior apoio às necessidades pontuais durante o desenvolvimento do projeto.

Ao Ricardo Correa Silva, e José Barbosa, que no ano de 2012 (quando iniciei minhas atividades de mestrado) eram respectivamente Coordenador de Serviços Técnicos e Tecnológicos e Gerente da Unidade do SENAI de Várzea Grande. Agradeço em especial ao Ricardo, pela amizade, incentivo, compreensão e readaptação para que pudesse cumprir as atividades de mestrado e de trabalho.

Ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI Departamento Regional, à Diretora Regional, Lélia Rocha Abadio Brun, ao Gerente de Educação e Tecnologia Rubens de Oliveira e em especial ao Coordenador da UETEC Ms. Valdir Pereira de Souza Júnior, pelo incentivo, amizade e readaptação para o cumprimento de minhas atividades de mestrado e de trabalho.

Aos amigos e colegas de trabalho Ms. Layla Leão Lima Teixeira, Dr. Anderson Kurunczi Domingos e Ms. Lazaro Fleck Silva, pelas contribuições advindas de seus conhecimentos e experiências, ao Antonio da Paz Rosa Neto, por compartilhar de seus conhecimentos tecnológicos e facilitar muito meu trabalho, e à Tássia Cristina Camargo, Elena Gomes de Paiva Ferreira e Leandro Favero pela parceria e boa convivência no dia-a-dia.

Agradeço aos componentes da banca examinadora de qualificação e defesa: Profa. Dra. Adriana Paiva de Oliveira; Dr. Marcio Gonçalo de Lima; Prof. Dr. José Masson; Prof. Dr. Wander Miguel de Barros; Prof. Dr. Paulo Afonso Rossignoli e Dra. Erika Cristina Rodrigues; pela participação com prontidão e disponibilidade.

A todos que colaboraram, mesmo que indiretamente, para a realização deste projeto o meu muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1	13
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
1.1 Introdução	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo Geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 Definições de açúcares e produtos correlatos	19
3.2 Produção e consumo internacional, nacional e regional de rapadura	22
3.3 Etapas de Produção da Rapadura	25
3.3.1 Colheita da Cana-de-açúcar	27
3.3.2 Caldo Primário	27
3.3.3 Aquecimento, Evaporação e Concentração	28
3.3.4 Bateção, Resfriamento e Moldagem	29
3.3.5 Embalagem e Comercialização	30
3.4 Valor Nutricional e Medicinal da Rapadura	31
3.5 Controle de qualidade de açúcares e correlatos	34
3.5.1 Açúcar	34
3.5.2 Açúcar mascavo	35
3.5.3 Melado, Melaço e Mel	37
3.6 Legislações internacionais e nacionais sobre controle de qualidade de rapaduras	43
CAPÍTULO 2	56
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E DE SUJIDADES DE RAPADURAS ARTESANAIS BRASILEIRAS	57
Resumo	58
1. Introdução	59
2. Material e métodos	60
2.1 Coleta das amostras	60
2.2 Composição proximal	60
2.3 Composição mineral e concentração de metais potencialmente tóxicos	61
2.4 Avaliação microbiológica	62
2.5 Pesquisa de sujidades	62
3. Resultados e discussão	63
3.1 Composição proximal	63
3.2 Composição mineral e concentração de metais potencialmente tóxicos	66
3.3 Análises microbiológicas	69
3.4 Pesquisa de sujidades	70
4. Conclusão	71
Referências	71
CAPÍTULO 3	74
IMPLICAÇÕES	75

LISTA DE QUADROS

Página

Quadro 1: Comparativo de informações nutricionais da rapadura oriundas de diferentes referências.	32
Quadro 2: Regulamentações internacionais para rapadura.	45
Quadro 3: Regulamentações Brasileiras relacionadas ao controle de qualidade de rapadura.	47

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição proximal (valor médio \pm DPR%, $n = 3$) de rapaduras artesanais brasileiras.	64
Tabela 2. Composição mineral e concentração de metais potencialmente tóxicos (valor médio \pm DPR%, $n = 3$) de rapaduras artesanais brasileiras.	67
Tabela 3. Resultados obtidos na contagem de <i>Coliformes a 45°C</i> e <i>Salmonella</i> sp.	69
Tabela 4. Resultados obtidos para a pesquisa de sujidades.	70

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Fluxograma da fabricação da rapadura.....	26
Figura 2: Corte da cana-de-açúcar	27
Figura 3: Moagem da cana-de-açúcar	28
Figura 4: Decantação do caldo de cana-de-açúcar	28
Figura 5: Aquecimento, Evaporação e Concentração	29
Figura 6: Resfriamento e Agitação da massa [A], moldagem da rapadura [B] e resfriamento das rapaduras [C]	30
Figura 7: Rapadura embalada.....	30
Figura 8: Rapadura de 25g	31

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Analytical Chemists
APHA	American Public Health Association
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
DPR	Desvio Padrão Relativo
FAO	Food and Agriculture Organization
FAAS	Espectrometria de Absorção Atômica em Chama
FT-IR	Fourier transform infrared spectroscopy (Espectroscopia em
GFAAS	Graphite Furnace Atomic Absorption (Espectrometria de absorção
HPA	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFMT	Instituto Federal de Mato Grosso
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MT	Mato Grosso
NCS	Non-centrifugal Sugar (açúcar não centrifugado)
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NIR	Espectroscopia de Infravermelho Próximo
NMP/g	Número mais Provável por grama
NTC	Norma Técnica Colombiana
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEAD	Polietileno de alta densidade
PEBD	Polietileno de baixa densidade
pH	Potencial hidrogeniônico
PNAE	Programa Brasileiro de Alimentação Escolar
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
VHP	Very High Polarization

CAPÍTULO 1

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a avaliação físico-química, microbiológica e de sujidades de rapaduras artesanais brasileiras. Para isso, dois lotes de nove amostras de rapaduras artesanais produzidas na região da Baixada Cuiabana, Estado de Mato Grosso, Brasil foram coletadas, quarteadas e identificadas por numeração. Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: sólidos insolúveis, umidade, cinzas, proteínas, pH, açúcares redutores em glicose, açúcares não redutores em sacarose, minerais (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn) e metais tóxicos (Pb, Cd e Cr). A determinação da composição proximal e do pH foi feita de acordo com a *Association of Analytical Chemists* (AOAC). A concentração dos minerais e metais tóxicos foi determinada por espectrometria de absorção atômica em chama (FAAS). Para as determinações microbiológicas de Coliformes a 45°C e de *Salmonella* sp foram utilizadas as metodologias da *American Public Health Association* (APHA) e a pesquisa de sujidades foi feita de acordo com metodologia descrita pela AOAC. Os resultados obtidos foram: umidade (6,09 a 16,34 %), cinzas (0,07 a 1,88 %), sólidos insolúveis em água (0,11 a 11,3 %), pH (4,73 a 5,61), protídeos (0,2 a 0,35 %), açúcares não redutores em sacarose (13,15 a 43,89 %), açúcares redutores em glicose (10,96 a 26,28 %) e, foram encontradas diferenças significativas entre as amostras ($p \geq 0,05$) e também desconformidades em relação à Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) e Legislações Internacionais específicas para rapadura. Os teores de minerais essenciais apresentaram diferenças significativas entre os lotes das amostras ($p \geq 0,05$) e, em sua maioria, não atenderam aos valores recomendados pela TACO. Concentrações de Cd e Pb acima do valor máximo permitido pela Legislação Brasileira foram encontradas em alguns lotes, indicando contaminação química do alimento. Elevadas quantidades de impurezas e matérias indesejáveis foram detectadas em todas as amostras analisadas, o que pode contribuir para a presença de outros contaminantes químicos no alimento. Nenhuma das amostras apresentou contaminação por Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp. Considerando tal contexto, os resultados obtidos neste trabalho, principalmente na avaliação físico-química e de sujidades, sugerem a criação de normas técnicas de controle de qualidade e de produção de rapadura a fim de garantir a segurança dos alimentos e qualidade do produto final aos consumidores.

Palavras-chave: rapadura, qualidade, segurança dos alimentos, açúcar.

ABSTRACT

This study aimed to the physical-chemical, microbiological and impurities evaluation of Brazilian handmade “rapaduras”. For this, two batches of nine samples of handmade “rapaduras” produced in the lowland region of Cuiabá, Mato Grosso, Brazil were collected, divided and identified by number. The physical-chemical parameters evaluated were: insoluble solids, moisture, ash, protein, pH, reducing sugars into glucose, non-reducing sugars into sucrose, minerals (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn) and toxic metals (Cd Pb and Cr). Determination of the proximal composition and pH were made according to the *Association of Analytical Chemists* (AOAC). The concentration of minerals and toxic metals were determined by *Flame Atomic Absorption Spectrometry* (FAAS). For Coliforms microbiological determinations at 45° C and *Salmonella* sp were used the methodologies of the *American Public Health Association* (APHA) and, the impurities survey was made according to the methodology described by AOAC. The results obtained were: moisture content (from 6.09 to 16.34%), ash (from 0.07 to 1.88%), water insoluble solids (0.11 to 11.3%), pH (4.73 to 5.61) proteins (0.2 to 0.35%), non-reducing carbohydrates into sucrose (13.15 to 43.89%), reducing carbohydrates into glucose (10.96 to 26.28%) and were found significant differences between the samples ($p \geq 0.05$) and also nonconformities in relation to *Brazilian Table of Food Composition* (TACO) and specific international regulations regarding “rapadura”. The essential mineral contents showed significant differences between batches of samples ($p \geq 0.05$) and, in most cases, did not meet the values recommended by TACO. Some batches presented Cd and Pb concentrations above the maximum allowed level under Brazilian law, indicating chemical contamination of food. High quantities of impurities and unwanted materials have been detected in all samples, which can contribute to the presence of other chemical contaminants in food. None of the samples present contamination by Coliforms at 45 ° C and *Salmonella* sp. In this context, the results obtained in this study, especially in the physical-chemical and impurities evaluation, suggest the creation of technical standards for quality control and “rapadura” production to ensure food safety and product quality to consumers.

Keywords: “rapadura”, quality, food safety, sugar.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

Rapadura é um produto sólido obtido pela concentração a quente do caldo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) previamente clarificado, podendo ser acrescida de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto final (BRASIL, 2005).

Este alimento possui elevado valor nutricional, devido à presença de carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais, também possui características de um produto natural e orgânico. Além disso, pode ser considerado um edulcorante integral que preserva a maioria dos nutrientes presentes na cana-de-açúcar, possibilitando um maior valor nutricional quando comparado ao açúcar refinado e a outros edulcorantes sintéticos. Alguns autores também relatam propriedades medicinais associadas ao consumo da rapadura, tais como a diminuição de lesões pulmonares associadas ao tabagismo, redução de efeitos clastogênicos causados pelo arsênio, elevada ação antioxidante e função antiesclerótica (JAFFÉ, 2012).

A rapadura é produzida em vários países, sendo a Índia a maior produtora mundial e responsável por 67% da produção, acompanhada pela Colômbia que é o maior consumidor mundial com aproximadamente 19 kg/habitante ao ano. O Brasil é o quinto produtor mundial com 420 mil toneladas ao ano e tem o consumo médio de 1,5 kg/habitante ao ano (PANELA MONITOR, 2013).

A rapadura é um produto de baixo custo e muito consumido pelos brasileiros, tradicionalmente pela população das regiões Nordeste e Centro-Oeste e na maioria destas regiões é comercializada principalmente em feiras livres e em menor escala em supermercados (CENTEC, 2004). É importante destacar também o papel social que o setor rapadureiro desempenha, evitando o êxodo rural, pois gera empregos a baixo custo, possibilitando a fixação do homem no campo e evitando o agravamento de problemas sociais nos centros urbanos (COUTINHO et al., 2007 apud SILVA Cél, 2012).

Conforme o último Censo Agropecuário realizado em 2006 mostra que o Brasil possui 14.680 estabelecimentos produtores de rapadura, com produção de 33.872 toneladas/ano e quantidade vendida de 29.930 toneladas/ano. A região Nordeste representa 70,57% do total de rapadura produzida nacionalmente, a região Sudeste representa 21,43%, a região Centro-Oeste 4,48%, a região Sul 2,68% e a região Norte representa 0,84% (IBGE, 2009).

Atualmente, o Programa Brasileiro de Alimentação Escolar (PNAE) considera a rapadura um alimento básico, e estima-se que aproximadamente 37 milhões de merendas escolares servidas nas escolas públicas brasileiras contenham a rapadura (SILVA et al., 2011). O município de Cuiabá, Mato Grosso, em reconhecimento ao valor nutritivo da rapadura, promulgou a Lei, nº 4.374 de 23 de junho de 2003 que tornou obrigatória a inclusão da rapadura de cana-de-açúcar no cardápio da merenda escolar da rede municipal (CUIABÁ, 2003).

A fabricação da rapadura no Brasil é basicamente um processo agroindustrial tradicional e artesanal, e se caracteriza por uma produção pouco organizada e que utiliza métodos rudimentares, gerando falta de controle de qualidade física, química, microbiológica e de sujidades deste alimento, expondo o mesmo à presença de materiais estranhos, microrganismos e substâncias químicas nocivas à saúde humana. Além disso, devido à falta de fiscalização do produto, é comum adulterações no processo de fabricação da rapadura por meio da adição de açúcar refinado, o que diminui o seu valor nutritivo (DELGADO & DELGADO, 1999).

Porém, apesar de a rapadura ser um alimento amplamente consumido no Brasil e de fazer parte da merenda escolar de muitos municípios, há poucos trabalhos científicos sobre o controle de qualidade físico-química, microbiológica e de sujidades deste produto. Outro ponto a destacar é a falta de normas técnicas para a produção deste alimento e também de legislações e normas referentes ao controle de qualidade.

Neste contexto, é direito das pessoas terem a expectativa de que os alimentos que consomem sejam seguros e adequados para consumo. Todos agricultores e cultivadores, fabricantes e processadores, manipuladores de alimentos e consumidores têm a responsabilidade de garantir que o alimento seja seguro e adequado para consumo (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE et al., 2006).

Com isso em vista, a avaliação de parâmetros de qualidade da rapadura no Brasil é de suma importância a fim de garantir a qualidade do produto final ao consumidor e também para fomentar a criação de normas para produção e de legislações e/ou normas técnicas específicas de padrões de identidade e qualidade.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a composição proximal, composição mineral, concentração de metais potencialmente tóxicos, contaminação microbiológica e de sujidades (matérias macroscópicas e microscópicas) de rapaduras artesanais comercializadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar a composição proximal (umidade, cinzas, carboidratos redutores em glicose, carboidratos não redutores em sacarose, sólidos insolúveis e proteínas) e potencial hidrogeniônico comparando-os com as legislações vigentes;
- Determinar a concentração de minerais (Fe, Mg, Mn, K, Na, Cu e Zn) e de metais potencialmente tóxicos (Cd, Pb e Cr) comparando-os com as legislações vigentes;
- Avaliar as matérias macroscópicas e microscópicas prejudiciais à saúde humana (pesquisa de sujidades) comparando-as com a Legislação Vigente;
- Determinar os Indicadores de Contaminação Microbiológica, Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp comparando-os com os parâmetros definidos na legislação vigente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Definições de açúcares e produtos correlatos

Açúcares e produtos correlatos são definidos como alimentos que contêm alto teor de açúcar, tais como: açúcares refinado, cristal e mascavo, rapadura, melaço, xaropes de diversos tipos e mel (IAL, 2008).

O açúcar é um produto sólido orgânico, constituído basicamente de cristais de sacarose, é definido como a sacarose obtida da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) ou da beterraba (*Beta vulgaris*), e de acordo com a tecnologia empregada, o açúcar é obtido em diferentes tipos e graus de pureza (IAL, 2008; DELGADO & DELGADO, 1999).

Açúcar cristal branco é o açúcar obtido nas usinas açucareiras e que apresenta a polarização, variando de 99,3 a 99,9°, podendo ser produzido em diversos padrões de qualidade e granulometria (DELGADO & DELGADO, 1999). Açúcar em forma cristalina produzido sem refino. É muito utilizado na indústria alimentícia para confecção de bebidas, biscoitos e confeitos, dentre outros (MACHADO, 2012).

Açúcar refinado granulado é o açúcar puro, sem corantes, com baixo teor de umidade ou empedramento e com cristais bem definidos e granulometria homogênea. É mais usado na indústria farmacêutica, em confeitos, xaropes de alta transparência e em misturas secas. Possui pureza elevada, granulometria uniforme (fina, média ou grossa) e muitíssimo branco (MACHADO, 2012).

Açúcar demerara é o açúcar obtido nas usinas açucareiras sem o uso do enxofre e que apresenta polarização mínima de 96° e umidade máxima de 1%. É o açúcar destinado às refinarias. A cor do açúcar demerara é geralmente marrom (DELGADO & DELGADO, 1999). Produto de cor escura, que não passou pelo refino. Os cristais contêm melaço e mel residual da própria cana-de-açúcar, com textura firme, não se dissolve facilmente (MACHADO, 2012).

Açúcar mascavo é o açúcar tipo granulado de cor marrom obtido pela purificação, evaporação e concentração diretamente do caldo de cana a uma temperatura variável de 122° à 126°C. Pode ser entendido como sendo uma rapadura moída ou triturada, diferenciando-se desta, entretanto, por apresentar umidade máxima de 1,5%, após passar por um secador dotado de ar quente (DELGADO & DELGADO, 1999). Açúcar mascavo é um produto sólido ou semi sólido de cana-de-açúcar, que é obtido por adição de substâncias de purificação

orgânicas e inorgânicas durante o processo de fabricação da concentração do suco de cana. (ANÔNIMO, 2005 apud SARWAR et al., 2009). Úmido e de cor amarronzada, não passa pelo processo de branqueamento, cristalização e refino. Tem sabor mais forte, assim como o melaço, semelhante ao da rapadura. É utilizado para a produção de pães, bolos e biscoitos integrais e granolas (MACHADO, 2012).

Açúcar orgânico é o açúcar de granulação uniforme, produzido sem qualquer aditivo químico, tanto na fase agrícola como na industrial, disponível nas versões clara e dourada (visualmente similar ao demerara). Segue padrões internacionais e certificação provenientes de órgãos competentes (MACHADO, 2012).

Açúcar refinado amorfo é o mais utilizado no consumo doméstico, por sua brancura, granulometria fina e dissolução rápida, sendo usado na confecção de bolos e confeitados, caldas transparentes e incolores e misturas sólidas de dissolução instantânea (MACHADO, 2012).

O açúcar *Very High Polarization* (VHP) é o tipo mais exportado pelo Brasil. É mais claro que o demerara e apresenta cristais amarelados. No seu branqueamento não há a utilização de anidrido sulfuroso (MACHADO, 2012).

O açúcar *light* é constituído pela mistura de açúcar refinado e edulcorantes. Tem, proporcionalmente, menor conteúdo calórico e maior poder adoçante do que o açúcar refinado (MACHADO, 2012).

O açúcar de confeitador tem grânulos bem finos, mais que o refinado, e é cristalino. É destinado à indústria alimentícia, sendo muito utilizado no preparo de bolos, glacês, coberturas, suspiros, etc. (MACHADO, 2012).

O açúcar colorido é elaborado a partir de dois tipos de açúcares: cristal e granulado, nele são adicionados corantes alimentícios para obtenção de diferentes cores (MACHADO, 2012).

Açúcar líquido invertido é o produto obtido a partir da hidrólise da sacarose com diferentes concentrações de glicose, frutose e sacarose (BRASIL, 2005). O açúcar líquido é um adoçante natural de sacarose apresentado na forma líquida, em uma solução inodora, límpida e cristalina, obtido pela dissolução de açúcar sólido em água, com posterior purificação e descoloração, o que garante a esse produto alta transparência e limpidez. É usado pela indústria farmacêutica e alimentícia, aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e outros confeitados. Em geral, possui concentração de 66,7 a 67,3% de sólidos de açúcar solúveis em água (Brix) (MACHADO, 2012).

Xarope, sem outra especificação, consiste de uma solução de açúcar em água, contendo, aproximadamente, dois terços de seu peso em sacarose ou de outros tipos de açúcares tais como: maltose, frutose ou glicose (IAL, 2008).

Melaço é o líquido que se obtém como resíduo de fabricação do açúcar cristalizado, do melado ou da refinação do açúcar bruto (IAL, 2008).

O mel consiste basicamente de diferentes açúcares, predominantemente de frutose e glicose. Contém, em menor proporção, uma mistura complexa de outros carboidratos, enzimas, ácidos orgânicos, aminoácidos, minerais e pólen (IAL, 2008). Mel também pode ser definido como uma solução aquosa de açúcar invertido (com cerca de 20% de teor de água). Os açúcares predominantes no mel são a frutose e a glicose em quantidades aproximadamente iguais (cerca de 31–38%) (CODEX ALIMENTARIUS, 2001 apud ESSLINGER et al., 2014).

O melado pode ser definido como um xarope do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), concentrado, purificado e livre de partículas grosseiras em suspensão, pode ser obtido a partir da rapadura derretida e se constitui em um produto de boa aceitação pelos consumidores, mas a produção de melado ainda é pouco explorada pelos produtores de cana-de-açúcar (SEBRAE, 2004 e BRASIL, 2005).

A rapadura é um produto sólido obtido pela concentração do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), podendo ser adicionado de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto (BRASIL, 2005). O xarope de cana-de-açúcar altamente concentrado é solidificado em blocos, que variam de forma e peso. A rapadura é um alimento rico em carboidratos, minerais, vitaminas, entre outros (CHAVES, 2008).

Atualmente, há vários tipos de rapadura que podem ser fabricados com sabores variados, dos quais pode-se citar:

- *Rapadura pura*: é fabricada apenas com o mel da cana-de-açúcar, não recebendo mais nenhum ingrediente que lhe agregue sabor diferenciado (CHAVES, 2008 e OLIVEIRA, 2014).
- *Rapadura mista*: é aquela que recebe em sua mistura outros ingredientes, como: abóbora, gergelim, gengibre, amendoim, mamão, coco, leite, orégano, milho verde, menta, ervas finas, castanha, queijo, entre outros. No caso do amendoim e do coco, os mesmos deverão ser torrados antes de adicionados à massa da rapadura em sua fase de resfriamento. A abóbora e o mamão devem ser primeiramente ralados (CHAVES, 2008; MOREIRA, 2013; OLIVEIRA, 2014; SEBRAE, 2014).

- *Rapadura aerada*: trata-se de um novo tipo de rapadura, que tem em sua composição a adição de leite em pó. O produtor da rapadura em questão não a considera uma novidade porque a característica de ser “aerada” é proveniente da técnica de produção da rapadura denominada “batida”, comumente produzida na região e que possui uma consistência mais macia que a tradicional e, geralmente, é temperada com erva-doce e outras especiarias afins (DANTAS & THIOLENT, 2005).

3.2 Produção e consumo internacional, nacional e regional de rapadura

A fabricação da rapadura iniciou-se nas Canárias, ilhas espanholas do Atlântico, provavelmente no século XVI, constituindo-se não apenas guloseimas, mas uma solução prática de transporte de alimento em pequena quantidade para uso individual. Como o açúcar comumente umedecia e melava, o ladrilho de rapadura acompanhava o viajante que o carregava em sacolas, devido ser fácil de transportar e possibilitar prática acomodação, além de resistir durante meses às mudanças atmosféricas (OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Olimpio (2014), a rapadura é típica do Nordeste do Brasil e de diversas outras regiões da América Latina, onde recebe diferentes nomes como: *panela* (Colômbia, Venezuela, México, Equador e Guatemala), *piloncillo* (México), *papelón* (Venezuela e Colômbia), *chancaca* (Bolívia e Peru), *empanizao* (Bolívia) ou *tapa de dulce* (Costa Rica). O nome rapadura (ou a variação raspadura) é utilizado também na Argentina, na Guatemala e no Panamá. Seu uso também é disseminado na Índia e conhecida por *jaggery ou gur* (ARCANJO et al., 2009; PATTNAYAK & MISRA, 2004). A *United Nations Food and Agriculture Organization* (FAO) denomina este alimento de *non-centrifugal sugar* (NCS) (PANELA MONITOR, 2013).

A rapadura é consumida em mais de 30 países, sendo que a Índia é o maior produtor mundial e a Colômbia o maior consumidor mundial (PANELA MONITOR, 2013). A fabricação de rapadura na Índia é um setor de grande relevância na área rural deste país, pois um grande número de habitantes está inserido em suas etapas de produção, como na colheita da cana, fabricação da rapadura e comercialização (SARWAR et al., 2009). Na Colômbia, a produção de rapadura também tem uma grande importância social, pois este setor é uma das principais atividades agropecuárias do país, sendo, no meio rural o segundo gerador de emprego do país (RODRÍGUEZ, 2007).

O Brasil é o quinto produtor mundial e o segundo na América Latina, com produção anual de 420 mil toneladas e consumo médio de, aproximadamente, 1,5 kg/habitante ao ano (PANELA MONITOR, 2013). A rapadura no Brasil é tradicionalmente consumida pela população das regiões Nordeste e Centro-Oeste, e na maioria das cidades destas regiões é comercializada, principalmente, em feiras livres e em menor escala em supermercados (CENTEC, 2004). Por ser um processo de produção de baixo custo, o sistema produtivo brasileiro de rapadura está fortemente vinculado às pequenas propriedades familiares, na maioria das vezes, sem interesses comerciais no produto (EMBRAPA, 2014).

Atualmente, a rapadura é considerada um alimento básico para o Programa Brasileiro de Alimentação Escolar (PNAE) do Governo Federal Brasileiro e estima-se que aproximadamente 37 milhões de refeições contendo rapadura são servidas diariamente para crianças de escolas públicas brasileiras (SILVA et al., 2011).

O setor sucroalcooleiro é uma das poucas atividades produtivas em que se identifica agregação de valor à produção agrícola em Mato Grosso. Uma vez que os produtos primários produzidos em Mato Grosso são destinados à comercialização *in natura*, sendo a industrialização inexistente ou realizada apenas em estágios iniciais. No entanto, com a cana-de-açúcar existe uma diferenciação da produção uma vez que são fabricados açúcar, etanol, rapadura, dentre outros, indicando um setor de grande dinamismo produtivo dentro do Estado (PAI et al., 2014).

O Estado de Mato Grosso é o sétimo produtor de rapadura do Brasil e possui 158 estabelecimentos produtores de rapadura, com uma produção de 451 toneladas/ano, sendo que 440 toneladas/ano são vendidas, representando 1,33% do total nacional produzido (IBGE, 2009). Comparando este percentual com o Censo Agropecuário de 1995-1996 citado por Oliveira et al. (2007), houve um aumento de 0,11% da participação a nível nacional, onde o estado de Mato grosso representava 1,22 % do total nacional produzido.

A Baixada Cuiabana ou Vale do Rio Cuiabá é uma microrregião do Estado de Mato Grosso formada por 14 municípios localizados ao redor da capital do Estado, Cuiabá, sendo esta microrregião responsável por, aproximadamente, 50% da renda mensal total do Estado (BRASIL, 2006). A produção de rapadura artesanal nesta região se dá principalmente no Distrito de Bonsucesso, localizado na cidade de Várzea Grande e nos municípios de Santo Antônio do Leverger e Nossa Senhora do Livramento.

Fatos históricos pertinentes à cana-de-açúcar mostram o forte desempenho econômico, social e político envolvendo a indústria açucareira que movimentou o Estado de Mato Grosso, no final das décadas do século XIX, até meados do século XX. Com a fertilidade da terra, era

comum encontrar plantações de cana nas margens do rio Cuiabá, pois após serem adubadas pelas enchentes, essas áreas permaneciam ricas em nutrientes, propícias para esse cultivo (PÓVOAS, 2000 apud SILVA, 2010). Com o declínio das atividades mineradoras, começaram a prosperar as atividades da indústria canavieira, cujos engenhos ainda rudimentares já acompanhavam a atividade aurífera desde o início, com a produção de açúcar mascavo, rapadura e aguardente (SIQUEIRA, 1992 apud MARCHETTI, 2012). Durante o período colonial, a exploração da cana-de-açúcar por engenhos de fabricar açúcar e seus subprodutos, principalmente a rapadura e a aguardente, foi considerada muito expressiva, pois seu abastecimento se dava pelos grandes e pequenos produtores (VOLPATO, 1993 apud SILVA, 2010).

A condição de solos férteis das margens do rio Cuiabá, destruindo gradativamente a mata, proporcionou o desenvolvimento da cana-de-açúcar que, a partir da metade do século XIX até o primeiro quarto do século XX, se torna fonte econômica dominante na região. No período da produção açucareira, o povoamento do Vale do Rio Cuiabá aumenta em função da implantação de 12 usinas ao longo do rio, o que atraiu a atenção de muitas pessoas de outras áreas, devido à necessidade de mão de obra para o cultivo e beneficiamento da cana (BORGES, 2001 apud SILVA, 2010).

A função das lavouras nas comunidades ribeirinhas é a subsistência, o que confere aos moradores da região certa autonomia no tocante à gêneros alimentícios. Das cultivares plantadas pelos ribeirinhos, a cana-de-açúcar é a que tem maior representação econômica. Muitas comunidades produzem rapadura de forma artesanal, a fonte de renda mais importante depois da pesca. Além das roças de cana, milho, feijão, arroz, mandioca, batata e fumo, outro espaço de produção são os quintais onde plantam pequenas hortas, às vezes suspensas, frutas e plantas usadas como remédio (FERREIRA, 1999 apud SILVA, 2010).

A cana-de-açúcar usada pelas comunidades rurais direcionava-se à alimentação do gado, à comercialização, à produção da garapa, do melaço, do açúcar de barro e da rapadura. No passado, a atividade rapadureira foi esteio de muitas famílias, sendo essa produção desenvolvida como meio de subsistência, pois era vendida nas localidades vizinhas e também nos armazéns comerciais do centro varzeagrandense ou mesmo no Porto de Cuiabá. Além disso, tudo que era produzido em excedente era negociado (SILVA, 2010).

Os dois maiores municípios da Baixada Cuiabana, Cuiabá e Várzea Grande inseriram a rapadura no cardápio das merendas escolares. A Prefeitura de Cuiabá sancionou a Lei nº 4.374 de 23 de junho de 2003 tornando obrigatória a inclusão da rapadura de cana-de-açúcar

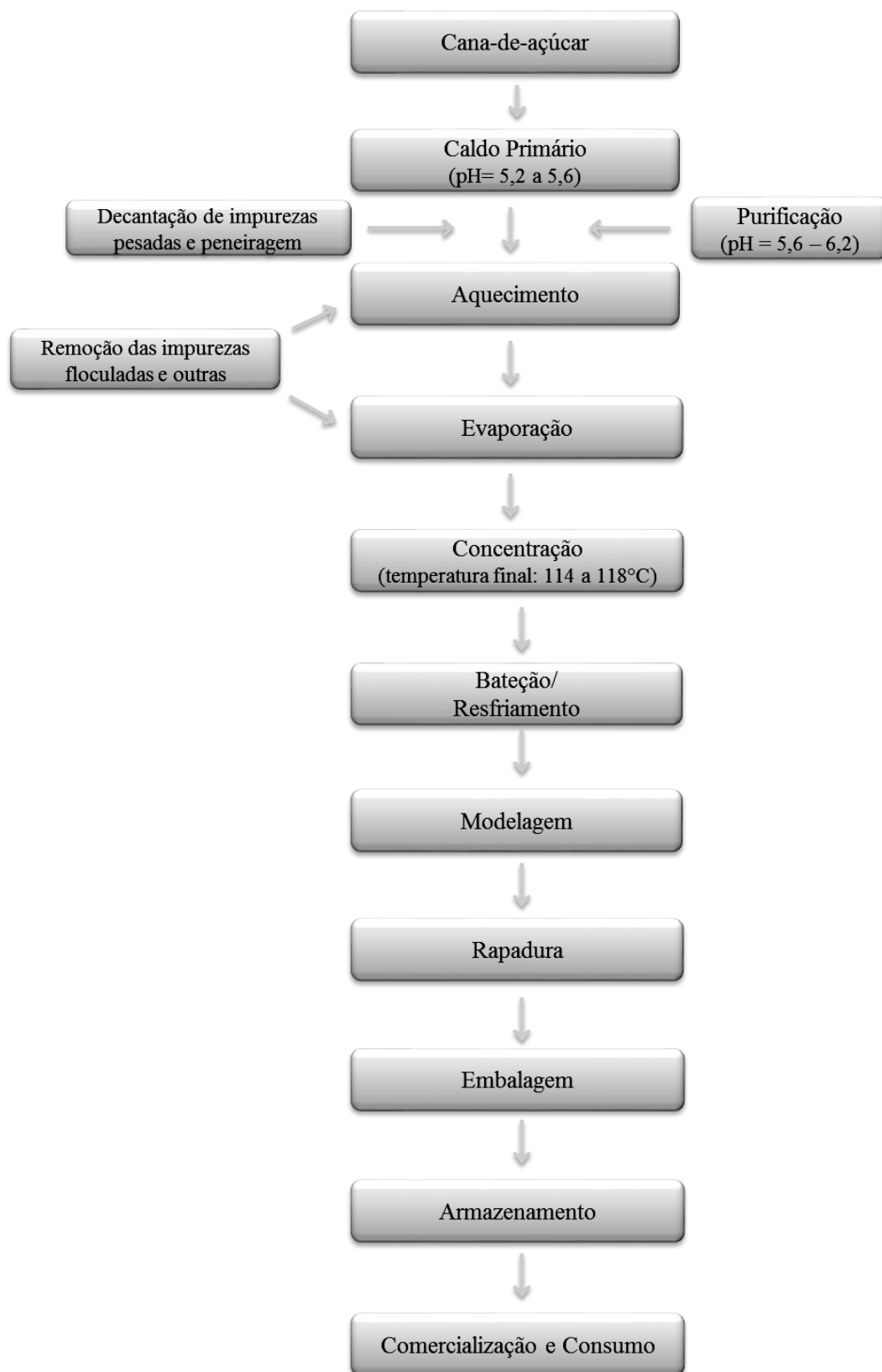
no cardápio da merenda escolar da rede municipal (CUIABÁ, 2003), e em 2014 a Prefeitura de Várzea Grande por meio da equipe técnica de alimentação da Secretaria de Educação do município também aprovou o uso da rapadura no cardápio da merenda escolar (PREFEITURA DE VÁRZEA GRANDE, 2014).

3.3 Etapas de Produção da Rapadura

A fabricação da rapadura no Brasil é basicamente um processo agroindustrial tradicional e artesanal, e, se caracteriza por uma produção pouco organizada e que utiliza métodos rudimentares.

A colheita da matéria-prima, lavagem das canas, a moagem, clarificação do caldo, a evaporação, o cozimento, a bateção e o resfriamento da massa de xarope e a enformação ou moldagem, constituem as principais fases de fabricação da rapadura (DELGADO & DELGADO, 1999), a Figura 1 contém o fluxograma da fabricação da rapadura.

O rendimento médio para produção de rapadura no Brasil é de 1000 kg de colmos de cana-de-açúcar para produção de 140 rapaduras de 650 gramas (CENTEC, 2004).

Figura 1. Fluxograma da fabricação da rapadura.

Fonte: DELGADO & DELGADO, 1999.

3.3.1 Colheita da Cana-de-açúcar

A colheita da cana-de-açúcar é uma etapa de grande importância para a produção de rapadura e outros produtos. O corte (Figura 2) deve acontecer quando a cana estiver madura para haver maior aproveitamento de açúcar e, portanto, obter maior rendimento da cultura. Uma técnica de colheita não aconselhada, mas ainda utilizada, é a queima da cana-de-açúcar antes da colheita, mas que a mesma tem sido combatida nos últimos tempos por razões como: redução da qualidade da cana, menor tempo de espera até a moagem, possibilidades de contaminação por presença de resíduos indesejáveis no caldo e poluição do meio ambiente (CHAVES, 2008).

Figura 2. Corte da cana-de-açúcar.



Fonte: CACHAÇA JEROMINHO RIBEIRO, 2015.

3.3.2 Caldo Primário

Após a colheita, a cana deve ser transportada de forma rápida para a unidade de processamento, e a rapidez deste processo tem por objetivo minimizar as perdas na qualidade do caldo. Ao chegar na unidade de produção, a cana deve ser lavada e posteriormente moída para extração do caldo. Saindo da moenda (Figura 3), o caldo é conduzido ao tanque de decantação (Figura 4), local onde deve ocorrer a separação de impurezas, como bagacilhos, provenientes da moagem. Logo poderá ser transformado em produto final, a partir da evaporação da água e concentração do açúcar, o que é feito por meio de calor, dentro de tachos de cobre ou aço inoxidável. No sistema tradicional de produção, a partir da elevação da concentração do caldo por fogo direto, o aquecimento do caldo é realizado através da utilização da lenha e/ou bagaço queimados na fornalha. O tempo médio para transformação do caldo em rapadura é de aproximadamente duas horas e meia (CHAVES, 2008).

Durante o processo produtivo da rapadura de forma artesanal também devem ser observados os critérios de higiene para evitar a contaminação do produto e, assim, a

transmissão de doenças a quem os consome (CHAVES, 2008), aplicando os requisitos das boas práticas de fabricação.

Conforme Chaves (2008), o caldo após ser coado e decantado é levado para os tachos onde é realizada a correção da acidez dele, pois o mesmo é ligeiramente ácido e devido à sua complexa composição química. Se o aquecimento do caldo for feito sem a redução da acidez ele ficará demasiadamente escuro e ocorrerá excesso de inversão de sacarose.

Figura 3. Moagem da cana-de-açúcar.



Fonte: RAPADURA MÔNADA, 2015.

Figura 4. Decantação do caldo de cana-de-açúcar.



Fonte: RAPADURA MÔNADA, 2015.

3.3.3 Aquecimento, Evaporação e Concentração

Após iniciar o aquecimento do caldo de cana, ocorre a formação de espumas que contêm impurezas como fragmentos sólidos, gomas, mucilagens, cera da cana, entre outros, que devem ser removidos. Esta etapa é chamada de clarificação do caldo e garante a obtenção de um produto de boa qualidade, devendo portanto ser realizada com rigor, para garantir um

produto mais puro e mais claro. Logo o caldo é engrossado até atingir o ponto de rapadura, isto é, ocorre a concentração do caldo (Figura 5). Para o alcance do ponto de rapadura, ele precisa atingir de 82 a 84° Brix. Nesta etapa o cozimento em fogo controlado é imprescindível para que quando o “ponto da rapadura” estiver próximo de ser atingido o fogo da fornalha esteja bem reduzido. Este controle é necessário para que não ocorra a queima do xarope e excesso de caramelização do açúcar, implicando escurecimento excessivo do produto final (CHAVES, 2008).

No momento em que o melado se transformar em uma massa é necessário diminuir o calor no tacho e manter agitação constante para evitar o escurecimento ou caramelização, e neste momento inicia-se a determinação do ponto de rapadura. Logo que o ponto for alcançado, deve ser interrompido o fornecimento de calor para o tacho (CHAVES, 2008).

Figura 5. Aquecimento, Evaporação e Concentração.



Fonte: RAPADURA MÔNADA, 2015.

3.3.4 Bateção, Resfriamento e Moldagem

Nesta etapa a massa é transferida para um recipiente apropriado (chamado de gamelão) onde será feita a sua cristalização, por meio do resfriamento e da mexedura (Figura 6 A) constante da massa para obter-se um produto claro e homogêneo. O meximento constante visa acelerar o resfriamento; obter uma massa grossa com mais brilho e aspecto mais claro; garantir uma boa liga de massa, adquirindo uma mistura fina e homogênea, pela aglutinação da sacarose, glicose, frutose, sais minerais, ácidos e outras substâncias presentes na massa. Quando a massa estiver brilhante, espessa e clara está no ponto de ir para as fôrmas (Figura 6 B) para esfriar e endurecer (30 a 60 minutos), após o que são desenformadas e viradas (Figura 6 C) para endurecer (60 minutos) (CHAVES, 2008).

Durante a etapa do resfriamento podem ser acrescentadas substâncias que agregam valor ou, simplesmente, diferenciam o produto final como amendoim, mamão, coco, entre outros (SEBRAE, 2014).

Figura 6. Resfriamento e Agitação da massa [A], moldagem da rapadura [B] e resfriamento das rapaduras [C].



Fonte: RAPADURA MÔNADA, 2015.

3.3.5 Embalagem e Comercialização

As rapaduras são embaladas individualmente em um filme plástico (Figura 7), o ideal é que esta etapa seja realizada a vácuo. Já as rapadurinhas são embaladas individualmente (Figura 8) em papel manteiga (impermeável) (CHAVES, 2008).

Figura 7. Rapaduras embaladas.



Fonte: VENTURA, 2015.

Figura 8: Rapadura de 25g.



Fonte: NASCIMENTO, 2013.

Atualmente, a rapadura é comercializada em formato de tijolos que pesam normalmente de 600 a 1200 gramas, ou de tabletes de 25 a 50 gramas, embalados em caixinhas de papelão, filmes plásticos e em papel de bala, que constituem opções modernas de consumo do produto (SEBRAE, 2014), conforme nomenclaturas abaixo:

- *Rapadura tradicional*: é aquela que tem formato retangular ou redondo (CHAVES, 2008 e OLIVEIRA, 2014).
- *Rapadura grande*: com 600 g a 1 kg (CHAVES, 2008 e OLIVEIRA, 2014).
- *Rapadura pequena*: fabricada em pedaços de 250 g ou de 300 g para ser comercializada em mercados de grandes centros (CHAVES, 2008 e OLIVEIRA, 2014).
- *Rapadurinhas*: pesando 25 g (CHAVES, 2008 e OLIVEIRA, 2014).

3.4 Valor Nutricional e Medicinal da Rapadura

A rapadura possui elevado valor nutricional devido à presença de carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais como K, Ca e Fe, além de características de um produto natural e orgânico. O Quadro 1 apresenta um comparativo de várias literaturas sobre a composição nutricional da rapadura.

Quadro 1: Comparativo de informações nutricionais da rapadura oriundas de diferentes referências.

Componente		Cada 100g de rapadura contém:						
		Tabela CIMPA CENTEC ¹	Tabela Literatura DELGADO & DELGADO ²	Tabela TACO ³	Tabela NUTEC SEBRAE ⁴	Tabela Literatura CHAVES ⁶	IBGE ⁶ Rapadura	IBGE ⁶ Batida (rapadura)
Glicídios	Sacarose (g)	72 a 78	75 a 84	-	72 a 78	75 a 88	-	-
	Frutose (g)	1,5 a 7,0	2,5 a 3,5	-	1,5 a 7,0	3 a 10	-	-
	Glicose (g)	1,5 a 7,0	2,5 a 3,5	-	1,5 a 7,0	2 a 9	-	-
	Carboidratos (g)	-	-	90,8	-	-	76,60	98,09
Minerais	Potássio (mg)	10 a 13	60 a 300	459	10 a 13	600 a 1.000	395	133
	Cálcio (mg)	40 a 100	50 a 300	30	40 a 100	40 a 110	102	83
	Magnésio (mg)	70 a 90	30 a 60	47	70 a 90	60 a 130	115	9
	Fósforo (mg)	20 a 90	30 a 100	21	20 a 90	14 a 100	74	4
	Sódio (mg)	19 a 30	30 a 80	22	19 a 30	19 a 38	4	28
	Ferro (mg)	10 a 13	2 a 8	4,4	10 a 13	4 a 40	5,45	0,71
	Manganês (mg)	0,2 a 0,5	1 a 4	1,66	0,2 a 0,5	-	2,62	0,06
	Zinco (mg)	0,2 a 0,4	1 a 3	0,6	0,2 a 0,4	0,2 a 0,4	0,30	0,03
	Flúor (mg)	5,3 a 6,0	-	-	5,3 a 6,0	5,3 a 6,0	-	-
	Cobre (mg)	0,1 a 0,9	-	0,17	0,1 a 0,9	0,1 a 0,9	0,84	0,05
Proteínas (mg)		280,00	280,00	1,0g	280,00	-	-	0,12
Água (g)		1,5 a 7,0	-	-	1,5 a 7,0	2 a 4	-	-
Calorias (kcal)		312	-	352	312	390	-	380
Cinzas(g)		-	-	1,1	-	-	-	-
Lipídeos (g)		-	-	0,1	-	-	-	-
Umidade (%)		-	-	7,1	-	-	-	-

1- Fonte: CIMPA (Convênio de Investigación para el mejoramento de la Indústria Panelera) e Laboratório do Instituto Ambroisse da França referenciados em CENTEC (2004).

2- Fonte: Tabela preparada com dados da literatura (DELGADO & DELGADO, 1999).

3- Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, elaborada pela NEPA/UNICAMP (TACO, 2011).

4- Fonte: Universidade Federal do Ceará – NUTEC (SEBRAE, 2013).

5- Fonte: Tabela preparada com dados da literatura (CHAVES, 2008).

6- Fonte: De acordo com a Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos consumidos no Brasil, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011).

Os produtos provenientes da cana-de-açúcar são apreciados como alimento em áreas desfavorecidas social e economicamente do Brasil e de outros países. Alguns deles, como a rapadura, são fontes baratas de substâncias antioxidantes, vitaminas (A, C e D) e minerais (Fe, Ca, P, K, Mg) (BERNAL et al., 2004 apud ALMEIDA et al., 2011). Estas informações dão suporte a programas, que têm o objetivo de estimular ou reintroduzir o uso da rapadura como alimento complementar para as crianças na escola primária. Almeida et al. (2011), constataram que os resultados do seu trabalho indicam que o consumo de produtos da cana-de-açúcar como a rapadura deve ser incentivado.

Jaffé (2012), realizou uma pesquisa de revisão bibliográfica sobre os efeitos da rapadura para a saúde, onde identificou 46 publicações acadêmicas que apresentaram algum efeito sobre a saúde, mas é ainda praticamente fora do atual foco em alimentos funcionais e nutracêuticos. Das publicação mencionadas a maioria versava sobre efeitos imunológicos (26%), seguido por anti-toxicidade e efeitos citoprotetores (22%), efeitos anticariogênicos (15%) e efeitos de diabetes e hipertensão (11%). Alguns destes podem ser rastreados pela presença de Fe e Cr, e outros sugeridos pela presença de antioxidantes. Também foi identificada a presença de acrilamida, um potencial perigo para a saúde. Esta substância é suspeita de ser carcinogênica e originada quando os carboidratos e aminoácidos asparagina são submetidos a altas temperaturas (cozimento, fritura e assar) (DYBING et al., 2005 apud JAFFÉ, 2012). Trabalhos feitos na Alemanha também confirmam a presença de acrilamida em rapaduras (HOENICKE E GATERMANN, 2005 apud JAFFÉ, 2012).

A composição química do *kokuto* (rapadura), oriundo do Japão e em seus arredores, também tem sido estudada por vários autores. O *kokuto* é oriundo da cana-de-açúcar um tipo de açúcar bruto similar à rapadura, e estes estudos verificaram a presença de vários compostos fenólicos, muitos com propriedades antioxidantes, incluindo várias lignanas (NAKASONE et al., 1996; TAKARA et al., 2002 e 2003 apud SILVA Ana, 2012). Desde a identificação de compostos fenólicos em melaço de cana-de-açúcar na década de 1960 foram publicados vários relatos sobre a presença deles na rapadura.

Estes relatos mostram que a rapadura de diferentes países (Japão, Índia, França), é valorizada por seus benefícios nutricionais e medicinais, sendo considerada uma alternativa saudável ao açúcar refinado e adoçantes artificiais (DE MARIA et al., 2013).

3.5 Controle de qualidade de açúcares e correlatos

Atualmente, o mercado consumidor valoriza a qualidade dos produtos, sendo o foco essencial para que as grandes, médias ou pequenas empresas sejam competitivas e atendam às demandas do consumidor moderno, o qual busca cada vez mais produtos saudáveis e fáceis de preparar, porém sem abrir mão do sabor e da qualidade. Neste contexto, a rapadura e o açúcar mascavo, adoçantes naturais, que fazem parte do setor de açúcares e correlatos, provêm muitas vezes de técnicas não padronizadas que expõem o produto final à contaminação química e microbiológica. Além disso, estes produtos são passíveis de fraudes e adulterações.

3.5.1 Açúcar

Quináia & Nóbrega (2000), determinaram a concentração de Cr em amostras de açúcares e rapaduras por espectrometria de absorção atômica em forno de grafite (GFAAS) e verificaram a presença do mesmo nas amostras na faixa de concentração de 14 a 63 ng.g⁻¹ constatando a possível contaminação química por metais potencialmente tóxicos.

Morgano et al. (2003), discutiram o uso da técnica de espectroscopia FT-IR (*Fourier transform infrared spectroscopy*) e do acessório de reflectância total atenuada aplicados para a quantificação do teor de sacarose em açúcar cristal. Um modelo de regressão foi construído a partir dos dados obtidos dos espectros no infravermelho médio de soluções-padrões de sacarose. Os resultados obtidos foram comparados com os obtidos por polarimetria. A repetitividade dos métodos empregando a espectroscopia FT-IR e polarimetria foram de 0,04 g/100mL e 0,13 g/100mL, respectivamente. O erro médio relativo do método foi de 0,34%.

Flores et al. (2007), determinaram a concentração de Pb em açúcares por GFAAS e verificaram que os valores encontrados estavam de acordo com o permitido pelo Codex Alimentarius.

Reyes & Ortiz (2007), determinaram os requisitos mínimos de qualidade para o açúcar orgânico, através de análise física, química, organoléptica e microbiológica. Conforme informações dos produtores da Província de Imbabura (Equador), estes esporadicamente fazem produção de açúcar. Através das análises constataram que o açúcar tem 2,3% de umidade, e os conteúdos de sólidos insolúveis, impurezas e sólidos sedimentáveis apresentam um valor ligeiramente menor para o açúcar produzido com adição química. As amostras com clarificantes têm alto conteúdo de sulfitos e Ca. Microbiologicamente o açúcar com adição química apresentou maior grau de contaminação. Os requisitos mínimos estabelecidos para o

açúcar foram: mínimo de 95% de açúcares totais; mínimo de 82% de sacarose; máximo de 2% de umidade; máximo de 3% de cinzas totais; negativo para anidrido sulfuroso; máximo de 0,4% de impurezas; 2 mm como tamanho máximo de partículas; máximo de 72% de transmitância a 620 nm; 5 a 8 de cor e menor que 3 NMP/g de coliformes totais.

No estudo de Ebrahimi et al. (2012), foram investigados os níveis de Pb e Cd em 10 amostras de açúcar importado nos mercados da cidade de Ahvaz (Irã). Atualmente estima-se que o Irã consome 30 kg açúcar/ano/per capita. Em todas as amostras foram detectadas presença de Pb e Cd, em níveis variando de 28 a 233 ppb e 1,6 a 60 ppb, respectivamente. Em uma amostra, o nível de Pb estava acima do limite máximo permitido no Irã, que é de 200 ppb. O limite máximo permitido no Irã de Cd é de 100 ppb.

Wojtczak et al. (2012), avaliou a pureza microbiológica de amostras de açúcar bruto importado e açúcar refinado, ambos de cana-de-açúcar. Foi caracterizado por alto grau de pureza, satisfazendo os padrões microbiológicos. O número de bactérias mesofílicas em dez das catorze amostras testadas de açúcar bruto foi inferior a 10^3 e igualou-se em média de $6,4 \times 10^2$ UFC/10 g. O segundo grupo consistia de três açúcares em que o número de bactérias mesofílicas era maior e igualou-se em média $1,3 \times 10^3$ UFC/10 g.

3.5.2 Açúcar mascavo

Verruma-Bernardi et al. (2007), avaliaram parâmetros microbiológicos, físico-químicos e sensoriais de nove marcas de açúcar mascavo comercializadas na cidade de São Carlos, SP. De acordo com os padrões internacionais da “*National Food Canners and Processors*”, os resultados indicaram que somente três amostras de açúcar mascavo apresentaram-se dentro dos limites microbiológicos aceitáveis. As análises mostraram que houve diferença entre as amostras, e que apenas duas delas estavam de acordo com os padrões físico-químicos estabelecidos pela legislação brasileira para os teores de sacarose, indicando possíveis adulterações.

Reyes & Ortiz (2007), na província de Imbabura (Equador) tiveram como objetivo determinar os requisitos mínimos de qualidade para açúcar mascavo, açúcar orgânico e mel hidrolisado, através de análise física, química, organoléptica e microbiológica. Conforme informações dos produtores da Província de Imbabura o produto preferido para produção e consumo é o açúcar mascavo. Todos os fabricantes de açúcar mascavo utilizam substâncias químicas clarificantes não permitidas e sem dosificação, ocasionando uma infinidade na variação de cores de açúcar mascavo, sugerindo assim uma regulamentação para o uso de

clarificantes. Através das análises constataram que o açúcar mascavo tem 6,3% de umidade, e a pureza, transmitância e os sólidos insolúveis são menores nas amostras sem adição de produto químico, mas teores maiores de sólidos sedimentáveis e impurezas. As amostras com produtos químicos têm alto conteúdo de sulfitos e Ca devido à adição de sulfoclarol, cal, etc. Devido às condições pouco higiênicas de processo, manipulação e falta de embalagem a amostra com produto químico apresentou contaminação microbiológica de *Escherichia coli*. Os requisitos de qualidade estabelecidos para o açúcar mascavo foram: mínimo de 88% de açúcares totais; mínimo de 82% de sacarose; máximo de 7% de umidade; máximo de 3% de cinzas totais; negativo para anidrido sulfuroso (ppm); máximo de 0,4% de impurezas; máximo de 72% de transmitância a 620 nm; 5 a 10 de cor e menor do 3 NMP/g de coliformes totais.

Generoso et al. (2009), verificaram a qualidade físico-química e microbiológica do açúcar mascavo comercial produzido em diferentes estados brasileiros, e os resultados microbiológicos indicaram que houve resultados acima do limite do “*National Food Canners and Processors*” apenas para bactérias mesófilas totais. No caso dos parâmetros físico-químicos foram verificadas não-conformidades indicando que as amostras de açúcar mascavo avaliadas não possuem padrão de produção, armazenamento e de qualidade final.

Singh et al. (2009), analisaram quatro amostras de açúcar mascavo indiano em diferentes tempos de armazenamento: 30 dias e 45 dias além da amostra controle (logo após a fabricação), para detectar a microflora bacteriana. Foram isoladas nove bactérias predominantes, sendo 6 gram negativos e 3 gram positivos e com base em características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas foram identificadas como dos gêneros *Alcaligenes*, *Xanthomonas*, *Acinetobacter*, *Enterococcus*, *Corynebacterium*, *Alteromonas*, *Micrococcus* e *Bordetella*, concluindo que estes microrganismos podem ser prejudiciais à saúde dos seres humanos que consomem açúcar mascavo em sua dieta.

Sarwar et al. (2009), avaliaram cinco variedades de cana-de-açúcar, preparando o açúcar mascavo e analisando as características físico-químicas para determinar qual variedade teria mais potencial para produção de açúcar mascavo. Os resultados revelaram que a variedade HSF – 240 considerada como padrão apresentou maiores teores de sacarose (73,77 a 73,49%). O elevado teor de sacarose em açúcar mascavo aumenta sua doçura, bem como a qualidade. A umidade variou bastante entre as variedades, antes do armazenamento entre 4,69 e 6,27% e depois do armazenamento entre 4,44 e 4,90%.

Araújo et al. (2011), avaliaram a qualidade de amostras de açúcar mascavo produzidas em um assentamento da reforma agrária, visando contribuir para o segmento dos pequenos

produtores por meio de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. Para os parâmetros físico-químicos, os teores de sacarose apresentaram-se abaixo da recomendação legal na maioria das amostras, associados a elevados valores de açúcares redutores e umidade.

Teves et al. (2013), avaliaram a qualidade do açúcar mascavo armazenado em diferentes materiais de embalagem em tempos de armazenamento diferentes, envolvendo a determinação de propriedade físico-química e microbiana do açúcar mascavo armazenado em seis tipos de materiais de embalagem: plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e polietileno de alta densidade (PEAD), recipientes de plástico e vidro, bolsa de alumínio e armazenamento aberto (controle). Os resultados mostraram que o recipiente de vidro, bolsa de alumínio e plástico PEAD são materiais de embalagem adequados ao açúcar mascavo. No recipiente de vidro o açúcar mascavo manteve-se mais estável, mas como seu uso é impraticável os autores concluíram que um material de empacotamento flexível com propriedades combinadas da bolsa de alumínio e plástico PEAD seria o recomendado.

Škrbic' et al. (2013), investigaram, entre outros, a presença de Pb nos principais alimentos do mercado sérvio. As concentrações mais elevadas de Pb foram obtidas em doces ($0,323 \text{ mg.kg}^{-1}$). Verificou-se que deve ser dada especial atenção para a exposição do Pb que foi quase duas vezes superior ao valor de referência para efeitos nefrotóxicos.

A produção do açúcar mascavo, praticamente artesanal, o torna, na maioria das vezes, suscetível a contaminação microbiológica. Com o objetivo de se conhecer a qualidade microbiológica do açúcar mascavo comercializado, os autores coletaram amostras de diferentes marcas de açúcar mascavo no mercado. Os resultados mostraram que as marcas analisadas estavam de acordo com os padrões oficiais de qualidade para bactérias termófilas anaeróbias produtoras de H_2S (*Desulfotomaculum nigrificans*), *Salmonella* e bactérias do grupo coliformes. Entretanto, foram constatadas contaminações a níveis críticos para bactérias mesófilas, bolores e leveduras, depreciando a qualidade do açúcar e comprometendo o tempo de armazenamento (PARAZZI et al., 2009).

3.5.3 Melado, Melaço e Mel

Reyes & Ortiz (2007), determinaram os requisitos mínimos de qualidade para o mel hidrolizado através de análise física, química, organolépticas e microbiológicas. Conforme informações dos produtores da Província de Imbabura (Equador) praticamente não existe produção de mel de cana. Nos ensaios realizados verificaram que o mel hidrolizado é um produto com 17% de umidade, 0,35% de impurezas, alto conteúdo de cinzas, densidade de

1,45 (muito parecido com mel de abelha) e pH variando de 3,8 a 4,0 permitindo que o produto se mantenha sem cristalizar por amplo período de tempo. Microbiologicamente não apresenta contaminação, devido à realização do envase a quente. Na determinação dos requisitos mínimos para o mel hidrolisado estabeleceram: máximo de 81% de açúcares totais; mínimo de 48% de açúcares invertidos; máximo de 5% de sacarose; umidade entre 17 e 23%; sólidos solúveis entre 77 e 78%; máximo de 3% de cinzas totais; negativo para anidrido sulfuroso (ppm); máximo de 0,4% de impurezas; máximo de 72% de transmitância a 620 nm; 3 a 9 de cor; pH entre 3,8 e 4; e menor que 3 NMP/g de coliformes totais.

Nogueira et al. (2009), determinaram a concentração de alguns minerais em melados comerciais (onde não é comum o uso de equipamentos de aço inoxidável) e em melados preparados com equipamentos de aço inoxidável e verificaram que os teores médios dos minerais Fe, K, Na e Mg foram significativamente mais elevados nos melados comerciais do que nos melados feitos com equipamentos inox.

Lirio (2010), teve como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos, o perfil microbiológico e o efeito da irradiação em amostras de três floradas de mel (laranjeira, eucalipto e silvestre) advindo de apiários de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, respectivamente. Foi feita a avaliação dos parâmetros físico-químicos através do teste de Tuckey a 5% de significância para umidade, sólidos solúveis totais, pH, acidez livre, açúcares redutores livres e totais, sacarose aparente, conteúdo de 5-Hidroxiacetilfurfural e atividade diastásica constatando que quando se irradia os méis com 5 e 10 kilograys há um rearranjo complexo de glicídios, pequeno aumento significativo do conteúdo de 5-Hidroxiacetilfurfural e ligeira redução da acidez livre. Os resultados mostram que o aumento da dose irradiante eleva o número de alterações significativas dos parâmetros físico-químicos das amostras irradiadas quando comparadas a condição controle. Os resultados microbiológicos indicaram ausência de contaminações especificamente investigadas (*Bacillus cereus*, *Salmonella* sp, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*) e baixas contagens de bactérias mesófilas aeróbias, fungos filamentosos e leveduras nas amostras controle. A irradiação nas doses de 5 e 10 kilograys ocasionaram uma redução significativa das contagens de bactérias mesófilas aeróbias, fungos filamentosos e leveduras. Executou-se o teste de diferença em relação ao controle constatando-se que as amostras de todas as floradas quando irradiadas a 5 kilograys não diferiram significativamente a nível de 5% das respectivas amostras controle, e as amostras irradiadas a 10 kilograys dos méis monofloral de eucalipto e polifloral silvestre diferiram significativamente das amostras controle. O teste de preferência verificou que há predileção para as amostras na sua condição original, portanto a irradiação de méis a 5

kilograys não gera diferença significativa nos atributos sensoriais, sendo esta recomendada pela manutenção da originalidade do produto, reduzido número de alterações físico-químicas observadas e alta capacidade de eliminar microrganismos.

Mallmann (2010), avaliou as propriedades microbiológicas e pesquisou as matérias estranhas e adulterações em méis de *Apis mellifera* produzidos na região Extremo-Oeste de Santa Catarina. Os resultados demonstraram que na parte microscópica houve desacordo com as normas vigentes, pois em todas as amostras obteve-se alguma ocorrência. Na análise microbiológica de *Clostridium* sp os méis da Região Extremo-Oeste Catarinense estão dentro dos parâmetros, alcançando êxito nestes aspectos e garantindo a qualidade e, ao contrário, nas análises de sujidades, matérias estranhas e bolores e leveduras, existe a necessidade de estabelecer um programa de fiscalização da qualidade e condições de comercialização do mel. Os resultados deste estudo deixaram clara a necessidade de ser estabelecido efetivo controle de qualidade dos méis, para que estes alimentos não coloquem em risco a saúde dos consumidores, fazendo um monitoramento contínuo desde a colheita da matéria-prima até o término da vida de prateleira.

No estudo realizado por Mishra et al. (2010), foi determinada a adulteração em mel indiano através da adição de açúcar mascavo por meio da técnica de espectroscopia de infravermelho próximo (NIR) juntamente com quimiometria. Um total de 56 amostras de mel adulterado com diferentes concentrações de xarope de açúcar mascavo foram analisadas utilizando a técnica NIR medindo-se em diferentes comprimentos de onda para análise multivariada para desenvolver um modelo de calibração para a adulteração de amostras de mel com açúcar mascavo. Os resultados demonstram que tal técnica juntamente com quimiometria podem ser usadas com sucesso para determinar adulteração em mel com adição de açúcar mascavo.

Silva Mar. (2012), avaliando 12 amostras de melado oriundas do estado de São Paulo, observou os seguintes resultados: teor de cinzas (0,84 a 1,94%), Brix (71 a 89%), pH (3,6 a 5,5), teor de açúcares redutores (7,6 a 55,9%), teor de acidez (4,1 a 10,3 mg HAc/100mL). O brix recomendado para melados é de 80%. A autora acredita que melados invertidos de forma enzimática apresentam pH próximo ao natural do caldo (5,5) e melados produzidos por inversão ácida apresentam pH próximo a 3. Ainda relatou que não existe na literatura uma taxa de inversão estabelecida para avaliar a possibilidade de a amostra cristalizar ou não no frasco, mas relatou que quanto maior o teor de açúcares redutores ocorrido maior é a inversão da sacarose e assim, menor possibilidade de cristalização deste açúcar. A autora constatou que

obteve grande variação dos valores entre as amostras, apresentando não haver uma padronização para a produção de melado.

Cordeiro, et al. (2012), analisaram 66 amostras de méis colhidas em diferentes apiários do estado de Sergipe entre os anos de 2007 e 2009. Foram realizados testes de identificação de adulteração (Fiehe, Lund e Lugol), físico-químicos (hidroximetilfurfural, umidade, cinzas, açúcares redutores e acidez total), análise macroscópica e análise microbiológica (Coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* sp, Bolores e leveduras e Bactérias totais). Foi detectado que a maioria dos méis produzidos no Estado de Sergipe está de acordo com a legislação brasileira. Com relação à análise microbiológica para Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp todas as amostras foram aprovadas; para bolores e leveduras 33,3% das amostras apresentaram formação de colônias com contagem média entre 11,0 e 140,0 UFC/g, e para bactérias totais 78,8% das amostras apresentaram resultados satisfatórios. Já para a análise macroscópica, 86% estavam de acordo com a legislação, não apresentando sujidades. Conforme os resultados dos ensaios físico-químicos, a umidade variou entre 16,8 e 19% e cinzas variou entre 0,20 e 0,27%. Resultados insatisfatórios foram obtidos em 68,2% das amostras para o teste de Fiehe, 54% para Hidroximetilfurfural, 34,8% para acidez e 37,9% para açúcares.

Oliveira et al. (2013), avaliaram a qualidade de méis originários de enxames das abelhas canudo (*Scaptotrigona depilis*) e jataí (*Tetragonisca angustula*) quanto aos aspectos microbiológicos, físico-químicos e microscópicos. Todas as amostras de méis apresentaram baixa contagem microbiana de coliformes a 30°C e Coliformes termotolerantes (45°C). No entanto, a contagem de fungos, leveduras e *Salmonella* encontrava-se fora dos padrões exigidos. Com relação às análises físico-químicas, as amostras apresentaram dentro de padrões legais para mel de *Apis mellifera* e em conformidade com a literatura para as seguintes determinações: cinzas (0,14 a 0,36%), umidade (25% a >25%), hidroximetilfurfural (23,11 a 55,63 mg/Kg), açúcares redutores (53,0 a 70,7%), sacarose aparente (não detectado), pH (3,3 a 4,2), índice de formal (9 a 14mL/kg), sólidos solúveis (68 a 72° Brix), reação de lugol (negativo) e reação de Lund (presença). As análises de sólidos insolúveis (1,72 a 2,86%), acidez (69,06 a 102,10) e fermentos diastásicos (ausência) estavam dentro dos limites propostos para espécies nativas, porém estavam fora dos limites estabelecidos pela legislação de *A. mellifera*. Não foi detectada presença de matérias estranhas em nenhuma das amostras.

3.5.4 Rapadura

Na pesquisa de Rodríguez (2007), onde foram analisados três lotes de rapaduras, sendo duas comerciais e uma experimental, foi comprovada a presença de um grupo importante de minerais (K, Ca, P, Mg, Na, Fe, Mn, Zn e Cu) sendo o K (229,52 a 1027,18 mg/100g) e o Ca (104,58 a 317,99 mg/100g) encontrados em maior concentração. Sendo assim, o autor afirmou que as rapaduras estudadas podem ser consideradas como uma fonte razoável de Cu, Fe, Mg e Ca, já que cumprem com, aproximadamente, 5% da ingestão diária recomendada (para a população venezuelana). Em se tratando dos aspectos físico-químicos para as rapaduras comerciais os teores encontrados foram: umidade (1,66 a 3,14%) onde os lotes de uma mesma marca apresentaram diferenças significativas; proteína (0,40 a 0,60%); cinzas (1,15 a 2,63%); açúcares redutores (4,58 a 11,48%); sólidos solúveis totais (94,70 a 97,00° Brix); sólidos insolúveis (0,32% a 0,98%) que variaram significativamente e pH (6,50 a 6,55).

Guerra & Mujica (2010), caracterizaram físico quimicamente rapaduras granuladas comerciais e artesanais produzidas na Venezuela. Os parâmetros que apresentaram maior variabilidade foram umidade, atividade de água, açúcares redutores, pH e cor. O K foi o mineral mais abundante. Além disso, foi encontrada uma relação inversa entre sólidos insolúveis e turbidez e uma relação direta entre sólidos insolúveis e cinzas. A prova de dióxido de enxofre resultou negativa para todas as amostras.

Mota et al. (2011), descreveram dois surtos de intoxicação por exposição da rapadura a contaminantes químicos (organofosforados, sulfitos e metamidofós), ocorridos em três municípios do estado do Rio Grande do Norte, entre janeiro e fevereiro de 2008. Após o estudo, os autores recomendaram a adoção de medidas de saúde pública com a finalidade de minimizar a incidência de casos de intoxicação exógena e problemas decorrentes e prevenir surtos ocasionados por substâncias químicas.

Em uma entrevista realizada por De Maria et al. (2013), com Walter Jaffé que, quando questionado sobre a composição da rapadura, relatou que quanto ao conteúdo mineral, o Ca, cloreto e K estão presentes na ordem de 100 mg/100g, seguido de P, Na e Mg (10 mg/100g); Fe e Mn (1 mg/100g); Cu e Zn (0,1 mg/100g); e o Cr e o Co (0,01 mg/100g). Também relatou que desde a identificação de compostos fenólicos em melaço de cana-de-açúcar, na década de 1960, foram publicados vários relatos de sua presença em rapaduras.

Silva (2006), buscou otimizar e validar método para determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) em rapaduras comercializadas em Araraquara (SP) e Natal

(RN). Foram estudados os 17 HPAs considerados como contaminantes prioritários pela agência americana *NIOSH* (National Institute of Occupational Safety and Health). O total de HPAs variou entre 0,97 a 1,56 $\mu\text{g.Kg}^{-1}$. Uma vez serem encontrados HPAs nas amostras de rapadura analisadas, o autor recomendou que o estudo fosse continuado no sentido de ampliar o número de amostras analisadas e de localidades produtoras de rapadura.

Após a validação do método de análise de HPA, conforme parágrafo anterior, e dando sequência aos trabalhos de pesquisa em 2011, Silva et al. (2011), determinaram HPAs em rapaduras comercializadas em quatro cidades brasileiras e foi detectada a presença de HPAs em 95% e quantificados em 80% das 21 amostras, em níveis que variaram de 0,07 a 4,03 $\mu\text{g.Kg}^{-1}$. Estes dados revelam uma ampla variabilidade nas concentrações de HPA nas amostras, indicando que a queima de cana e/ou de produção é responsável pela introdução destes contaminantes na rapadura. No Brasil, não há legislação que estabeleça limites para HPAs em rapadura. A gama de concentração para amostras da mesma região foi muito ampla, demonstrando a ausência de controle de qualidade do processo. Pelo conhecimento do autor estes dados são os primeiros de HPAs em rapadura. O fato de este produto estar incluído em refeições para crianças em escolas públicas, principalmente no norte e nordeste do Brasil, mostra a necessidade de controle de qualidade do processo de produção de rapadura, principalmente para identificar e controlar as fontes de HPAs.

Silva Cél. (2012), utilizando delineamento de misturas, desenvolveu rapaduras enriquecidas com farelo de arroz extrusado e amêndoas de baru torradas, em diferentes proporções, e caracterizou-as em relação às suas propriedades físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais, comparando-as à rapadura padrão, composta apenas de caldo de cana-de-açúcar. Com a inserção da mistura de farelo de arroz extrusado e amêndoa de baru torrada nas rapaduras formuladas, observou-se que quanto maior a quantidade de farelo de arroz extrusado e menor de caldo de cana-de-açúcar concentrado maior é a tendência ao teor de cinzas. Os maiores teores de proteínas, lipídios e fibra alimentar total foram verificados quando as formulações apresentavam maiores quantidades de amêndoa de baru torrada e farelo de arroz extrusado e menores de caldo de cana-de-açúcar concentrado. Sendo possível concluir portanto que com a adição da mistura de farelo de arroz extrusado e amêndoa de baru torrada, a rapadura passou a ser um alimento mais completo, contemplando outros nutrientes, sendo os lipídios e proteínas provenientes do farelo de arroz extrusado e da amêndoa de baru torrada, assim como as fibras, que contribuem para o melhor funcionamento do organismo humano.

Na Colômbia realizou-se um estudo para avaliação de amostras de rapaduras das principais regiões produtoras do país: bacia do rio Suárez, Antioquia e Cundinamarca, cuja pesquisa foi focada na determinação de algumas propriedades físicas (umidade, densidade real e aparente, porosidade, tamanho de partículas e cor) e mecânicas da rapadura granulada. A umidade variou de 1,9 a 2,8%, tendo como média de 2,33%. Os resultados médios foram de 1,48g/cm³ para densidade real; densidade aparente de 0,67 g/cm³; 0,64 de porosidade; 47° de ângulo de repouso e de acordo com estes resultados a relação que se apresenta entre o ângulo de repouso e a umidade é diretamente proporcional, mas relação da umidade com a porosidade é inversamente proporcional. As cinco cores predominantes foram amarelo ocre, cobre, ocre tostado, siena e laranja mineral. Se comparados os resultados obtidos com os padrões normativos, verifica-se que se encontram dentro da faixa estabelecida (FAJARDO et al., 1999).

3.6 Legislações internacionais e nacionais sobre controle de qualidade de rapaduras

A norma técnica Indiana classifica a “panela” (rapadura) conforme a sua cor, textura e requisitos sensoriais. Também estabelece algumas características gerais como não dever apresentar sinais de cristalização da sacarose e nem sinais de mofo na superfície (RODRÍGUEZ, 2007). A norma indiana “*Food Safety and Standards Regulation*”, Regulamento 5.7.6 estabelece os requisitos para “Gur ou jaggery”, isto é, rapadura ou açúcar mascavo, o produto obtido por fervura ou suco de processamento pressionado para fora da cana ou extraído de Palmyra palma, palma de data ou coqueiro. Também apresenta alguns parâmetros físico-químicos como cinza total, cinza insolúvel em ácido clorídrico, umidade e total de açúcares invertidos (FOOD SAFETY AND STANDARDS AUTHORITY OF INDIA, 2010).

A norma técnica Colombiana NTC 1311/1991 denominada “*Productos Agrícolas: Panela*” aplica-se a todos os tipos de “panela em geral” - que equivalem à nossa rapadura ou açúcar mascavo- regulando a cor, açúcares redutores, sacarose, proteína e cinzas. Também determina que não deve conter sulfitos, corantes e estabelece um limite máximo para Pb e As (RODRÍGUEZ, 2007). A norma Colombiana normatiza os requisitos para “panela” é a Resolução N° 002546 de 06 de agosto de 2004 e estabelece que a “Panela” é o produto natural obtido pela extração e evaporação dos sucos da cana-de-açúcar elaborado em

estabelecimentos denominados usinas de açúcar ou central de coleta de mel virgem em todas as suas formas e apresentações (REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2004)

A norma técnica Equatoriana, NTE INEN 2 331 de 2002, estabelece os requisitos para “Panela Sólida”, que equivale a nossa rapadura e é definida como o produto obtido por evaporação e concentração do suco de cana-de-açúcar, moldados em diferentes formas (ECUADOR, 2002). A norma também define intervalos para a cor, teor de açúcares redutores, sacarose, umidade, limites mínimos para o teor de proteína e pH. Também classifica o produto de acordo com a porcentagem de sólidos insolúveis e tamanho de partícula e prevê que devem ser isentos de compostos de enxofre e outras substâncias de branqueamento, corantes artificiais e alguns pesticidas (RODRÍGUEZ, 2007).

Nas normas indiana, colombiana e equatoriana não há padrões estabelecidos para *Salmonella* como na legislação brasileira. O Quadro 2 apresenta um comparativo entre os requisitos preconizados nas legislações internacionais da Índia, Colômbia e Equador.

Quadro 2: Regulamentações internacionais para rapadura.

Requisitos	Índia ¹	Colômbia ²	Equador ³
Físico-químicos	Total de açúcares expressos em açúcar invertido: Mínimo de 90% (expresso como sacarose não menos do que 60%). Cinza total: máximo de 6% Cinza insolúvel em ácido clorídrico (HCl): máximo de 0,5% Umidade: Máximo de 10%	Açúcares redutores, expressos em glicose: mínimo 5,5% Açúcares não redutores expressos em sacarose: máximo 83% Proteínas: mínimo 0,2% Cinzas: mínimo 0,8% Umidade: máximo 9% Chumbo: máximo 0,2 mg/kg Arsênio: máximo 0,1 mg/kg SO ₂ : negativo Corantes: negativo	Cor T (550nm): 30 a 75. Açúcares redutores: 5,5 a 10% Sacarose: 75 a 83% Umidade: máximo 7% pH: mínimo 5,9 Proteína: mínimo 0,5%. Corantes artificiais: não deve conter.
Matérias estranhas	Máximo de 2% (insolúvel em água).	Estar livre do ataque de insetos e roedores.	Deve estar livre de impurezas de origem animal. Isenta de fragmentos metálicos. Máximo de 0,5% de matérias estranhas de origem vegetal e máximo de 0,1% de matérias inorgânicas.
Microbiológicos		Estar livre do ataque de fungos e mofos.	Isenta de microrganismos patógenos como <i>Escherichia coli</i> . Estabelece como um nível de boa qualidade 2,0 x 10 ² UFC/g para contagem de bolores e leveduras.
Outros	O produto pode conter aditivos alimentares autorizados no regulamento “ <i>Food Safety and Standards Regulation</i> ” e no apêndice A do mesmo.	No processo de elaboração da “panela” é proibido o uso das seguintes substâncias e insumos: hidrosulfito de sódio e outras substâncias químicas tóxicas com propriedades branqueadoras; corantes ou substâncias tóxicas, gordura saturada, poliacrilamidas; açúcar, panela granulada ou quebrada em pedaços, inteira ou devolvida durante a comercialização para derreter e produzir novamente a “panela”; qualquer outra substância química que altere as suas características físicas e químicas, seu valor nutricional ou que podem, eventualmente, afetar a saúde.	Isenta de compostos de enxofre e substâncias branqueadoras. Isenta de resíduos dos seguintes praguicidas: aldrín, dieldrín, endrín, BHC, campheclor, clordimeform, clordano, DDT, DBCP, lindano, EDB, 2-4-5 T, amitrole, compostos de mercúrio e chumbo, tetracloreto de carbono, leptophos, heptacloro, clorobenzilato, metil paratió, dietil paratió, mirex e dinoseb. Caso falem requisitos nas normas Equatorianas deve-se atender as estabelecidas pela FAO/OMS/CODEX ALIMENTARIUS, quando tratar-se de limites de recomendação de resíduos de praguicidas, produtos afins e materiais pesados.

1: Fonte: (FOOD SAFETY AND STANDARDS AUTHORITY OF INDIA, 2010).

2: Fonte: (REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2004).

3: Fonte: (ECUADOR, 2002).

No Brasil, as normativas que regulamentam os padrões de processamento são do Ministério da Saúde - ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). A Resolução CNNPA n° 12 de 1978 não se encontra mais em vigência em virtude de ter sido aprovado em 2005 o "Regulamento Técnico para Açúcares e Produtos para Adoçar" - Resolução RDC n° 271, de 22 de setembro de 2005, mas continha informações importantes parametrizando os padrões de identidade e qualidade da rapadura: físico-químicas, microbiológicas e microscópicas. A legislação vigente, Resolução RDC n°271/2005 não se refere a detalhes como características organolépticas e físico-químicas, apenas cita a definição, designação e os requisitos higiênico-sanitários. Já as legislações vigentes dos padrões microbiológicos (RDC n° 12/2001) e da avaliação de matérias macroscópicas e microscópicas prejudiciais à saúde humana (RDC n° 14/2014) são mais exigentes do que a Resolução CNNPA n° 12/1978 já revogada (BRASIL, 1978, _2001, _2005, _2014).

Os limites máximos permitidos de contaminantes em alimentos são normatizados pelo Decreto N° 55.871, de 26 de março de 1965 e pela Resolução RDC N° 42 de 29 de agosto de 2013, ambos dispõem sobre os limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos, aplicando-se para rapadura a RDC N° 42/2013 apenas os teores estabelecidos para o contaminante Pb e no Decreto 55.871/1965 os teores estabelecidos para os contaminantes Cd, Cu, Cr, Pb e Zn. Um breve resumo das regulamentações vigentes pode ser visualizado no Quadro 3 (BRASIL, 1965, _2013).

Quadro 3: Regulamentações Brasileiras relacionadas ao controle de qualidade de rapadura.

RESOLUÇÃO RDC N° 271/2005

Regulamento Técnico para açúcares e produtos para adoçar

I. Definição

É o produto sólido obtido pela concentração do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), podendo ser adicionado de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto.

II. Designação

Quando adicionada de outros ingredientes, estes devem constar da designação do produto.

Os produtos devem ser obtidos, processados, embalados, armazenados, transportados e conservados em condições que não produzam, desenvolvam e ou agreguem substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor. Deve ser obedecida a legislação vigente de Boas Práticas de Fabricação.

Os produtos devem atender aos Regulamentos Técnicos específicos de Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação; Contaminantes; Características Macroscópicas, Microscópicas e Microbiológicas; Rotulagem de Alimentos Embalados; Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados; Informação Nutricional Complementar, quando houver; e outras legislações pertinentes.

A utilização de outro produto, ingrediente ou veículo, que não são usados tradicionalmente como alimento, pode ser autorizada desde que seja comprovada a segurança de uso, em atendimento ao Regulamento Técnico específico.

RESOLUÇÃO RDC N° 12/2001

Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos

I. Características microbiológicas (*Açúcares, Adoçantes e Similares*: Açúcar cristal, não refinado, açúcar mascavo e demerara, melado, melaço e rapadura e similares).

Coliformes a 45°C/g (mL): 10²

Salmonella sp/25g (mL): Ausência

RESOLUÇÃO RDC N° 14/2014

Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências.

Matérias estranhas indicativas de risco à saúde humana: são aquelas detectadas macroscopicamente e/ou microscopicamente, capazes de veicular agentes patogênicos para os alimentos e/ou de causar danos ao consumidor, abrangendo: insetos, roedores, outros animais, excrementos de animais, exceto os de artrópodes considerados próprios da cultura e do armazenamento, parasitos, objetos rígidos, pontiagudos e ou cortantes, iguais ou maiores que 7 mm (medido na maior dimensão), que podem causar lesões ao consumidor, objetos rígidos, com diâmetros iguais ou maiores que 2 mm (medido na maior dimensão), que podem causar lesões ao consumidor, fragmentos de vidro de qualquer tamanho ou formato, e filmes plásticos que possam causar danos à saúde do consumidor.

Para o estabelecimento dos limites de tolerância são observados os seguintes critérios:

I - risco à saúde, considerando a população exposta, o processamento, as condições de preparo e forma de consumo do produto;

II - dados nacionais disponíveis;

III - ocorrência de matérias estranhas mesmo com a adoção das melhores práticas disponíveis; e

IV - existência de referência internacional.

DECRETO N° 55871/1965

Modifica o Decreto n° 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto n° 691, de 13 de março de 1962.

Limite máximo de tolerância para os grupos “Outros alimentos ou Qualquer alimento”:

Cádmio: 1,0 ppm

Chumbo: 0,80 ppm

Cobre: 30 ppm

Cromo: 0,10 ppm

Zinco: 50 ppm

RESOLUÇÃO N° 42/2013

Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos

Limite máximo de tolerância de Chumbo para o grupo “Açúcares”: 0,10 mg/kg

Fonte: (BRASIL, 1965, _2001, _2005, _2013, _2014).

A escassez de dados sobre a composição proximal, composição mineral, contaminantes químicos, indicadores microbiológicos e pesquisa de sujidades em rapaduras artesanais produzidas no Brasil e no Estado de Mato Grosso levou à realização desta pesquisa, onde o tema foi tratado na presente dissertação no Capítulo 2.

O Capítulo 2, denominado, **Avaliação físico-química, microbiológica e de sujidades de rapaduras artesanais brasileiras** apresenta-se de acordo com as normas para publicação do *Journal of Food Composition and Analysis*. Objetivou-se avaliar a composição proximal e mineral, concentração de metais potencialmente tóxicos, indicadores microbiológicos e a pesquisa de sujidades de rapaduras artesanais brasileiras coletadas na região da Baixada Cuiabana – MT.

4. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. M. D.; SALATINO, A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Phenolic composition and antioxidant activity of culms and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) products. **Food Chemistry**, v.125, p. 660-664, 2011.

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

ARCANJO, F. P., PINTO, V. P.; ARCANJO, M. R.; AMICI, M. R.; AMÂNCIO, O. M. Effect of a beverage fortified with evaporated sugarcane juice on hemoglobin levels in preschool children. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 26, n.4, p. 350-354, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962. Brasília, 1965. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/414d248047458a7d93f3d73fbc4c6735/DECRETO+N%C2%BA+55.871,+DE+26+DE+MAR%C3%87O+DE+1965.pdf?MOD=AJPERES>> Acessado em: 05 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº12, de 24 de julho de 1978. Aprova Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. Brasília, 1978. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOLUCAO_12_1978.pdf?MOD=AJPERES> Acessado em: 05 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES> Acessado em: 05 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº271, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para açúcares e produtos para adoçar. Brasília, 2005. Disponível em: <[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA%20271-2005.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA%20271-2005.pdf)> Acessado em: 05 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº42, de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Brasília, 2013. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/8100bb8040eac2e8b590b79cca79f4cf/RDC+n%C2%BA+42_2013_final.pdf?MOD=AJPERES> Acessado em: 05 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº14, de 28 de março de 2014. Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. Brasília, 2014. Disponível em: <ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpssesp/bibliote/informe_eletronico/2014/iels.mar.14/Iels61/U_RS-MS-ANVISA-RDC-14_280314.pdf> Acessado em: 05 jan. 2015.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Plano Territorial De Desenvolvimento Rural Sustentável Território Baixada Cuiabana - MT. Campo Grande, 2006. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_territorio016.pdf> Acessado em: 15 jan. 2015.

CACHAÇA JEROMINHO RIBEIRO. Cachaçaria. **Fabricação**. Cachaçaria Jerominho Ribeiro Ltda-ME, Ituiutaba/MG, 2015. Disponível em: <<http://www.cachacajerominhoribeiro.com.br/site/br/fabricacaoproducao-3/>> Acessado em: 18 jan. 2015.

CENTEC. **Produtor de cana-de-açúcar/Instituto Centro de Ensino Tecnológico (Cadernos Tecnológicos)**. 2. ed. rev. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha. 64f., 2004.

CHAVES, J. B. P. **Como produzir Rapadura, Melado e Açúcar Mascavo**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas –Universidade Federal de Viçosa, 258f., 2008.

CORDEIRO, C. A.; ROCHA, D. R. S.; SANTANA, R. F.; MENDONÇA, L. S.; SOARES, C. M. F.; CARDOSO, J. C.; LIMA, A. S. Avaliação da qualidade de méis produzidos no estado de Sergipe. **Scientia Plena**, v.8, nº12, 6f., 2012.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. Lei ° 4.374 de 23 de junho de 2003. Torna obrigatória a inclusão da rapadura de cana-de-açúcar no cardápio da merenda escolar da rede municipal. Cuiabá, 2003. Disponível em: <<http://www.camaracba.mt.gov.br/index.php?pag=legislacao>> Acessado em: 19 dez. 2014.

DANTAS, L. C. & THIOLENT, M. Inovação técnica nas pequenas unidades produtivas tradicionais: o caso da indústria sucroalcooleira artesanal. **XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção**, Porto Alegre, p. 4203-4210, 2005.

DELGADO, A. A. & DELGADO, A. P. **Produção do açúcar mascavo, rapadura e melado**. Piracicaba: A. A. Delgado, 154f., 1999.

DE MARIA, G., Correal, C.M., Jaffe, W. Panela: the natural nutritional sweetener. **Agro Food Industry Hi Tech**. v.24, nº6, p. 44-48, 2013.

EBRAHIMI, R.; KHORASGANI, Z. N.; BEHFAR, A.; HOSSIENI, A. Assessment of heavy metals concentrations in imported raw sugar at Ahvaz markets, Iran. **Journal Toxicology Letters**, v. 211, p. 99-100, 2012.

ECUADOR. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 331:2002. Panela Sólida: Requisitos. Quito/Ecuador, 2002. Disponível em: <<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2331.2002.pdf>> Acessado em: 19 dez. 2014.

EMBRAPA. **Rapadura**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2014. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT000fjighhp202wyiv80sq98yqyvlgmia8.html>> Acessado em: 19 dez. 2014.

ESSLINGER, S.; RIEDL, J.; FAUHL-HASSEK, C. Potential and limitations of non-targeted fingerprinting for authentication of food in official control. **Journal Food Research International**, v.60, p. 189-204, 2014.

FAJARDO, B. L. N.; MOLINA, D. P. D.; OSPINA, J. E. M.; GARCÍA, H. R. B. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas de la panela granulada. **Revista Ingeniería e Investigación**, n°43, p. 34-39, 1999.

FLORES, P. F.; SANTOS J. D.; ROLDAN, P. S.; OLIVEIRA, A. P.; GOMES NETO, J. A.; KRUG, F. J. Evaluation of W-Rh permanent modifier for lead determination in sugar by graphite furnace atomic spectrometry. **Food Quality and Safety**, v. 1, p. 176-182, 2007.

FOOD SAFETY AND STANDARDS AUTHORITY OF INDIA. Ministry of Health and Family Welfare. Food Safety and standards (Food Products Standards and Food Additives) Regulations. Índia, 2010. Disponível em: <<http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/finalregualtion.pdf>> Acessado em: 18 jan. 2015.

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

GUERRA, M. J. & MUJICA, M. V. Propriedades físicas e químicas de rapaduras granuladas. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v.30, n°1, p. 250-257, 2010.

IBGE. Censo Agropecuário 2006, Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf> Acessado em: 05 de jan. 2015.

IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/pofanalise_2008_2009.pdf> Acessado em: 05 de jan. 2015.

IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JAFFÉ, W. R. Health effects of non-centrifugal sugar (NCS): A review. **Journal Sugar tech**, v.14, n°2, p. 87-94, 2012.

LIRIO, F. C. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de méis florais irradiados. 2010, 156f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2010.

MACHADO, S. S. **Tecnologia da Fabricação do Açúcar**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

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

MARCHETTI, F. F. Agricultura tradicional e a manutenção da agrobiodiversidade em comunidades rurais do município de Santo Antônio do Leverger-MT. 2012, 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”- UNESP. Rio Claro. 2012.

MISHRA, S.; KAMBOJ, U.; KAUR, H.; KAPUR, P. Detection of jaggery syrup in honey using near-infrared spectroscopy. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**. v.61, n°3, p. 306-315, 2010.

MOREIRA, D. É doce, mas não é mole. **Revista Eletrônica Globo Rural**, 2013. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI332349-18291,00-E+DOCE+MAS+NAO+E+MOLE.html>> Acessado em: 19 dez. 2014.

MORGANO, M. A.; MORIYA, C.; FERREIRA, M. M. de C. Determinação quantitativa do teor de sacarose em açúcar cristal por espectroscopia FT-IR/ATR e regressão multivariada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, p. 77-83, 2003.

MOTA, D. M.; CERRONI, M. P.; PORTO, E. A. S.; NÓBREGA, A. A.; COSTA, J. A.; SOBEL, J.; FRANÇA, R. F. S. Intoxicação por Exposição à Rapadura em Três Municípios do Rio Grande do Norte. Brasil: uma investigação de epidemiologia de campo. **Revista Saúde e Sociedade São Paulo**, v.20, n°3, p. 797-810, 2011.

NASCIMENTO, S. **Wonderbox, Uma Caixa Virtual de Brindes e Amostras**. Loucas por comprinhas. Blogger, 2013. Disponível em: <<http://www.loucasporcomprinhas.com/2013/05/wonderbox-uma-caixa-virtual-de-brindes.html>> Acessado em: 18 jan. 2015.

NOGUEIRA, F. S.; FERREIRA, K. S.; CARNEIRO JUNIOR, J. B.; PASSONI, L. C. Minerais em melados e em caldos de cana. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v.29, n°4, p. 727-731, 2009.

OLIMPIO, J. A. **Economia da rapadura**. 2014. Disponível em: <<https://drive.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.sinterpi.org.br/media/upload/Economia%2520da%2520rapadura.doc>> Acessado em: 19 dez. 2014.

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

OLIVEIRA, K. A. de M.; RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, G. V. de. Caracterização microbiológica, físico-química e microscópica de mel de abelhas canudo (*Scaptotrigona depilis*) e jataí (*Tetragonisca angustula*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.3, p.239-248, 2013.

OLIVEIRA, A. **Rapadura: Etapas da produção**. Centro de Produções Técnicas e Editora Ltda. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/rapadura-etapas-da-producao>> Acessado em: 13 dez. 2014.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Codex Alimentarius - Higiene dos Alimentos – Textos Básicos**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/alimentos/codex_alimentarius.pdf> Acessado em: 19 dez. 2014.

PAI, C. D.; ZAMBRA, E. M.; BONJOUR, S. C. de M. **Concentração espacial da produção de cana-de-açúcar e álcool combustível: um estudo no estado de Mato Grosso para o ano 2008**. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/1059.pdf>> Acessado em: 19 dez. 2014.

PANELA MONITOR. **Non centrifugal sugar - World production and trade**. 2013. Disponível em: <<http://www.panelamonitor.org/documents/558/non-centrifugal-sugar-world-production-and-trade/>> Acessado em: 18 jan. 2015.

PARAZZI, C.; JESUS, D. A. de; LOPES, J. J. C.; VALSECHI, O. A. Análises Microbiológicas do Açúcar Mascavo. **Bioscience Journal**, v.25, n.3, p. 32-40, 2009.

PATTNAYAK, P. K.; MISRA, M. K. Energetic and economics of traditional gur preparation: a case study in Ganjam district of Orissa, India. **Journal Biomass and Bioenergy**, v. 26, p. 79-88, 2004.

PREFEITURA DE VÁRZEA GRANDE. **Várzea Grande inclui peixe e queijo na merenda escolar**. Repórter Kátia Passos. Disponível em: <<http://www.varzeagrande.mt.gov.br/conteudo/13774>> Acessado em: 13 dez. 2014.

QUINÁIA, S. P.; NÓBREGA, J. A. Determinação direta de crômio em açúcar e leite por espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite. **Revista Química Nova**, v.23, n°2, p. 185-190, 2000.

RAPADURA MÔNADA. **Roteiro de Produção da Rapadura Mônada**. Disponível em: <<http://www.rapaduramonada.com.br/roteiro.php>> Acessado em: 18 jan. 2015.

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

REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ministério de la Protección Social. Resolución Número 002546 de 06 de agosto de 2004. Reglamento técnico de emergencia a través del cual se señalan los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para el consumo humano y se dictan otras disposiciones. Ministério de la Protección Social. Bogotá/Colombia, 2004. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CCOL_57.doc> Acessado em: 18 jan. 2015.

RODRÍGUEZ, M. V. M. Evaluación de panelas granuladas artesanales y estudio de algunos factores que afectan su calidad. 2007, 173f. Dissertação (Maestría en Ciencia de los Alimentos) - Universidad Simon Bolívar. 2007.

SARWAR, M.A., F. HUSSAIN, M.A. NADEEM, A. GHAFFAR, M. BILAL, M. UMER and A.A. CHATTHA. Performance of different sugarcane strains for physico-chemical characteristics of jaggery. **Journal of Agriculture & Social Sciences**, v.5, n°1-2, p. 40-42, 2009.

SEBRAE. **Sistema agroindustrial da cachaça de alambique estudo técnico das alternativas de aproveitamento da cana-de-açúcar**. 2004, 54f. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/740AA1AC01D4EE8D03256ECA004C09C8/\\$File/Estudos%20de%20Diversifica%C3%A7%C3%A3o%20Definitivo.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/740AA1AC01D4EE8D03256ECA004C09C8/$File/Estudos%20de%20Diversifica%C3%A7%C3%A3o%20Definitivo.pdf)> Acessado em: 19 dez. 2014.

SEBRAE. **Valor nutritivo da rapadura comparado ao do açúcar refinado**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/setor/derivados-de-cana/outros-derivados/rapadura/tab2_1479.jpg/image_view_fullscreen> Acessado em: 01 jun. 2013.

SEBRAE. **Uma descrição passo a passo sobre as principais etapas da produção do doce**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/O-processo-de-fabrica%C3%A7%C3%A3o-da-rapadura>> Acessado em: 19 dez. 2014.

ŠKRBIĆ, B.; IVANČEV, J. Z.; MRMOŠ, N. Concentrations of arsenic, cadmium and lead in selected foodstuffs from Serbian market basket: Estimated intake by the population from the Serbia. **Food and Chemical Toxicology**, v.58, p. 440-448, 2013.

SILVA, F. S. Otimização e validação de método para a análise de HPAs em rapadura. 2006, 105f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual Paulista *Campus* de Araraquara - UNESP. Araraquara. 2006.

SILVA, C. M. da. A Produção Artesanal e Agricultura Familiar de Várzea Grande/MT. 2010, 134f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2010.

SILVA, F. S.; CRISTALE, J.; RIBEIRO, M. L.; MARCHI, M. R. R. de. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in raw cane sugar (rapadura) in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.24, p. 346–350, 2011.

SILVA, Ana. P. D. Caracterização de metabólitos não voláteis da cana-de-açúcar. 2012, 132f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara. 2012.

SILVA, Cél. C. F. da. Qualidade de rapaduras enriquecidas com farelo de arroz extrusado e amêndoas de baru/amendoim torrados. 2012, 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia/GO. 2012.

SILVA, Mar. M. P. da. Caracterização da produção e avaliação de indicadores de qualidade tecnológica de amostras de melado do estado de São Paulo. 2012, 72f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Araras. 2012.

SINGH, S.; DUBEY, A.; TIWARI, L.; VERMA, A. K. Microbial profile of stored jaggery: A traditional Indian sweetener. **Sugar Tech**, v.11, n°2, p. 213-216, 2009.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. rev. e ampl.. Campinas: NEPA/UNICAMP. 161f., 2011.

TEVES, K. L. Y.; DIZON, E. I.; MOVILLON, J. L.; TEVES, A. M.. Microbial, Physicochemical and Shelf-life Evaluation of Muscovado in Different Packaging Materials at Various Storage Time. **International Conference on Food and Agricultural Sciences**, v.55, p. 56-61, 2013.

VENTURA, L. **A vida através do produto**. Arquitetura e Urbanismo LahVentura. Disponível em: <http://lsventura.blogspot.com.br/2011_08_01_archive.html> Acessado em: 18 jan. 2015.

VERRUMA-BERNARDI, M. R.; BORGES, M. T. M. R.; LOPES, C. H., DELLA MODESTA, R. C.; CECCATO-ANTONNI, S. R. Avaliação Microbiológica, Físico-Química e Sensorial de Açúcares Mascavos Comercializados na Cidade de São Carlos – SP. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n°3, p. 205-211, 2007.

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

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E DE SUJIDADES DE RAPADURAS ARTESANAIS BRASILEIRAS

Carla L. K. Braun^a, Francisca G. G. Pedro^a, José Carlos de Oliveira^a, Daiane L. Martins^a, Gevanil L. Arruda^a, Joyce Mara C. dos Santos^a, Ricardo D. Villa^b, Márcio G. de Lima^c, Adriana P. de Oliveira^{a,*}

^a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Campus Cuiabá - Bela Vista, Av. Juliano da Costa Marques s/n, Bela Vista, 78050-560, Cuiabá - MT, Brazil.

^b Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas e da Terra (ICET), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Av. Fernando Correa da Costa 2367, Boa Esperança, 78000-000, Cuiabá - MT, Brazil.

^c Faculdade de Nutrição (FANUT), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Av. Fernando Correa da Costa 2367, Boa Esperança, 78000-000, Cuiabá - MT, Brazil.

*Corresponding author. (Adriana Paiva de Oliveira) *Address:* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) – *Campus* Cuiabá Bela Vista, Av. Juliano da Costa Marques s/n, Bela Vista, 78050-560, Cuiabá – MT, Brazil. *Phone Number:* + 55 65 3318-5100 *E-mail:* adriana.oliveira@blv.ifmt.edu.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e de sujidades de rapaduras artesanais brasileiras. Para isso, dois lotes de nove amostras de rapaduras artesanais produzidas na região da Baixada Cuiabana, Estado de Mato Grosso, Brasil foram coletadas, quarteadas e identificadas por numeração. Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: sólidos insolúveis, umidade, cinzas, proteínas, pH, açúcares redutores em glicose, açúcares não redutores em sacarose, minerais (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn) e metais tóxicos (Pb, Cd e Cr). A determinação da composição proximal e do pH foi feita de acordo com a *Association of Analytical Chemists* (AOAC). A concentração dos minerais e metais tóxicos foram determinadas por espectrometria de absorção atômica em chama (FAAS). Para as determinações microbiológicas de Coliformes a 45°C e de *Salmonella* sp foram utilizadas as metodologias da *American Public Health Association* (APHA) e, a pesquisa de sujidades foi feita de acordo com metodologia descrita pela AOAC. Os resultados obtidos foram: umidade (6,09 a 16,34 %), cinzas (0,07 a 1,88 %), sólidos insolúveis em água (0,11 a 11,3 %), pH (4,73 a 5,61), proteínas (0,2 a 0,35 %), açúcares não redutores em sacarose (13,15 a 43,89 %), açúcares redutores em glicose (10,96 a 26,28 %) e, foram encontradas diferenças significativas entre as amostras ($p \geq 0,05$) e também desconformidades em relação à Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) e Legislações Internacionais específicas para rapadura. Os teores de minerais essenciais apresentaram diferenças significativas entre os lotes das amostras ($p \geq 0,05$) e, em sua maioria, não atenderam aos valores recomendados pela TACO. Alguns lotes apresentaram concentrações de Cd e Pb acima do valor máximo permitido pela Legislação Brasileira, indicando contaminação química do alimento. Elevadas quantidades de impurezas e matérias indesejáveis foram detectadas em todas as amostras analisadas, o que pode contribuir para a presença de outros contaminantes químicos no alimento. Todas as amostras não apresentaram contaminação por Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp. Neste contexto, os resultados obtidos neste trabalho, principalmente na avaliação físico-química e de sujidades, sugerem a criação de normas técnicas de controle de qualidade e de produção de rapadura a fim de garantir a segurança dos alimentos e qualidade do produto aos consumidores.

Palavras-chave: rapadura, qualidade, segurança dos alimentos, açúcar.

1. Introdução

Rapadura, também conhecida em outros países como *non centrifugal raw sugar*, *raw cane sugar*, *molasses*, *brown sugar*, *panela*, *papelon*, *jaggery*, *chancaca*, *piloncillo*, *gur*, *kokuto* é um produto sólido obtido pela concentração a quente do caldo da cana-de-açúcar previamente clarificado (*Saccharum officinarum L.*), podendo ser acrescida de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto final (BRASIL, 2005; Sarwar et al., 2009).

Este alimento possui um elevado valor nutricional, devido à presença de carboidratos, vitaminas e minerais como K, Ca e Fe, além de possuir características de um produto natural e orgânico. Além disso, pode ser considerado um edulcorante integral que preserva a maioria dos nutrientes presentes na cana-de-açúcar, possibilitando maior valor nutricional, quando comparado ao açúcar refinado e outros edulcorantes sintéticos (Mujica et al., 2008; Generoso et al., 2009; Guerra and Mujica, 2010; De Maria et al., 2013).

Alguns autores também relatam propriedades medicinais associadas ao consumo da rapadura, tais como, a diminuição de lesões pulmonares associadas ao tabagismo, redução de efeitos clastogênicos causados pelo arsênio, elevada ação antioxidante e função antiesclerótica (Jaffé, 2012).

A rapadura é produzida e consumida em vários países no mundo, sendo a Índia, a maior produtora, aproximadamente 6,8 milhões de toneladas anuais, e responsável por 67% da produção mundial. Na América Latina, a Colômbia é a maior produtora e consumidora, com produção de 1,5 milhões de toneladas anuais e consumo médio estimado em 19 kg/habitante ao ano (PANELA MONITOR, 2013).

O Brasil é o quinto produtor mundial e o segundo na América Latina, com produção anual de 420 mil toneladas e consumo médio de aproximadamente 1,5 kg/habitante ao ano (PANELA MONITOR, 2013). A rapadura no Brasil é tradicionalmente consumida pela população das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, e na maioria das cidades destas regiões é comercializada, principalmente em feiras livres e em menor escala em supermercados (CENTEC, 2004). Atualmente, o Programa Brasileiro de Alimentação Escolar (PNAE) considera a rapadura um alimento básico, e estima que, aproximadamente, 37 milhões de merendas escolares servidas nas escolas públicas contenham este alimento (Silva et al., 2011).

A fabricação da rapadura no Brasil é basicamente um processo agroindustrial tradicional e artesanal e se caracteriza por uma produção pouco organizada que utiliza métodos rudimentares gerando falta de controle de qualidade física, química e microbiológica deste alimento e expondo o mesmo à presença de materiais, microrganismos e substâncias químicas nocivas à saúde humana. Além disso, devido à falta de fiscalização do produto é comum adulterações no processo de fabricação da rapadura, o que diminui o seu valor nutritivo (Delgado and Delgado, 1999).

Porém, apesar de a rapadura ser um alimento amplamente consumido no Brasil e de fazer parte da merenda escolar de muitos municípios, há poucos trabalhos científicos relacionados ao controle de qualidade bem como inexistência de legislação relacionada à qualidade físico-química deste produto.

Considerando tal fato, este trabalho teve como objetivo a avaliação físico-química, microbiológica e de sujidades de rapaduras artesanais brasileiras.

2. Material e métodos

2.1 Coleta das amostras

Foram coletados dois lotes de nove amostras de rapaduras artesanais produzidas e comercializadas na região da Baixada Cuiabana, Estado de Mato Grosso, Brasil foram adquiridas de forma aleatória em feiras livres e supermercados, e logo identificados por numeração. Em seguida, as amostras foram quarteadas, reduzidas a amostras laboratoriais, pulverizadas e armazenadas em recipientes previamente descontaminados e mantidos em local arejado e seco.

2.2 Composição proximal

O teor de cinzas foi determinado por meio do resíduo de incineração obtido por aquecimento em forno mufla (Fornitec®, modelo MDS) em temperatura de 550° C, e a umidade pelo método gravimétrico por meio da secagem em estufa (FANEM® 520, Modelo A-HT) a 105° C a pressão atmosférica. A quantificação dos açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose foi feita por volumetria utilizando o método de Fehling. O teor de proteínas foi determinado por meio do método de Kjeldahl modificado (TECNAL®, modelo TE-0363). A porcentagem de sólidos insolúveis foi determinada por gravimetria (Balança analítica Marte®, Modelo AW220 com precisão de $\pm 0,0001$ g). O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado por potenciometria

direta de uma solução aquosa 10% (m/v) (pHmetro marca Tecpon®). Todas as determinações foram feitas em triplicata, segundo as recomendações da *Official Association of Analytical Chemists* (AOAC) e do *Instituto Adolfo Lutz* (IAL): métodos 018/IV (cinzas), 012/IV (umidade), 038/IV (glicídios redutores em glicose), 039/IV (glicídios não redutores em sacarose), 040/IV (glicídios totais em glicose), 037/IV (protídeos) e 017/IV (pH). (AOAC, 2005; IAL, 2008).

A fim de verificar a existência de diferenças significativas entre os resultados médios obtidos foi feito o teste de Tukey ($p = 0,05$) utilizando o programa ASSISTAT®.

Os resultados obtidos na composição proximal foram comparados com as normas técnicas de qualidade físico-química para rapaduras sólidas do Equador NTE INEN 2331(INEN, 2002), Colômbia NTC 2546 (REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2004), Índia (FOOD SAFETY AND STANDARDS AUTHORITY OF INDIA, 2010) e com os valores sugeridos pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), uma vez que o Brasil não possui normas técnicas vigentes para o controle de qualidade físico-químico de rapaduras (TACO, 2011).

2.3 Composição mineral e concentração de metais potencialmente tóxicos

As concentrações dos minerais essenciais (Na, K, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn) e dos metais potencialmente tóxicos (Cd, Cr e Pb) foram determinadas por meio da diluição direta das amostras de rapadura em água deionizada na proporção 1,0% (m/v) e posterior quantificação por espectrometria de absorção atômica em chama (FAAS) (Flores et al., 2007).

Para a quantificação dos analitos foi utilizado um espectrômetro de absorção atômica em chama marca Varian® modelo SpectrAA 220 e lâmpada de cátodo oco marca Varian®: As leituras foram feitas de acordo com as recomendações do fabricante e taxa de aspiração das soluções de trabalho e amostras, sendo a taxa de aspiração ajustada em $2,00 \text{ mL min}^{-1}$. No procedimento de preparo de amostra, as medidas de massa foram feitas em uma balança analítica BEL MARCK 210A (precisão de $\pm 0,0001 \text{ g}$). Micropipetas da marca Boeco Germany® com capacidade para 50-200 μL e da marca Eppendorf® com capacidade para 100-1000 μL foram utilizadas para o preparo das soluções padrão de calibração.

Para o preparo das soluções padrão de calibração e das amostras foi utilizada água deionizada de alta pureza (resistividade $18,2 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$) obtida em sistema

deionizador marca Millipore®. As soluções padrões de calibração foram feitas por meio de diluições sucessivas de padrões espectroscópicos aquosos 1000 mg L⁻¹ marca Carlo Erba® em meio aquoso.

Para a determinação dos parâmetros instrumentais e da concentração dos metais nas amostras de rapadura foram construídas curvas analíticas, pelo método de padronização externa, com as seguintes faixas de concentração: 0,0 - 100 mg L⁻¹ de Na; 0,0 - 6,0 mg L⁻¹ de K; 0,0 - 10,0 mg L⁻¹ de Fe; 0,0 - 8,0 mg L⁻¹ de Pb; 0,0 - 5,0 mg L⁻¹ de Cu; 0,0 - 3,0 mg L⁻¹ de Zn; 0,0 - 0,5 mg L⁻¹ de Mn; 0,0 - 3,0 mg L⁻¹ de Cd; 0,0 - 1,0 mg L⁻¹ de Cr. Os limites de detecção (LD) instrumentais foram calculados por meio dos parâmetros das curvas analíticas como recomendado por Currie (1999).

A fim de verificar a existência de diferenças significativas entre os resultados médios obtidos foi feito o teste de Tukey ($p = 0,05$) utilizando o programa ASSISTAT®.

As concentrações dos minerais e dos metais tóxicos determinadas nas amostras foram comparadas com os valores sugeridos pela TACO (TACO, 2011), e com os valores máximos permitidos pelo Decreto n° 55.871, de 26 de março de 1965 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que disponibiliza limites para metais pesados em alimentos como aditivos incidentais (BRASIL, 1965) e a Resolução n°42, de 29 de agosto de 2013 da Agência de Vigilância Sanitária Brasileira que dispõe sobre o regulamento técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos (BRASIL, 2013).

2.4 Avaliação microbiológica

As análises microbiológicas foram feitas de acordo com a Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA, que Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos e estabelece que para a rapadura deve-se analisar Coliformes a 45°C/g (mL) e *Salmonella* sp/25g (mL) (BRASIL, 2001).

Para a determinação do número mais provável (NMP) de bactérias Coliformes a 45°C e de *Salmonella* sp foram utilizadas as metodologias de referência publicadas pela APHA - *American Public Health Association* (Swanson et al., 1992).

2.5 Pesquisa de sujidades

A pesquisa de matérias estranhas ou sujidades foi feita segundo as orientações do método 945.79 da AOAC (AOAC, 2005) com algumas adaptações. Este

procedimento consistiu basicamente na diluição de 2 g de amostra em água destilada quente, seguida da filtração a vácuo em funil de Büchner e secagem do papel de filtro em estufa de secagem a 105°C. Após esta etapa inicial foi feita a leitura em lupa com aumento de 1,5 vezes.

Para avaliação de matérias macroscópicas e microscópicas foram utilizados os padrões definidos na Resolução RDC nº14, de 28 de março de 2014, que dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências - ANVISA (BRASIL, 2014).

3. Resultados e discussão

3.1 Composição proximal

Os resultados obtidos para a determinação da composição proximal e do potencial hidrogeniônico estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição proximal (valor médio \pm DPR%, $n = 3$) de rapaduras artesanais brasileiras.

Amostra	Sólidos Insolúveis	Umidade	Cinzas	Proteínas	Açúcares Redutores em Glicose	Açúcares Não Redutores em Sacarose	pH
1	2,43 \pm 0,01bc	6,34 \pm 0,03b	0,63 \pm 0,03b	0,21 \pm 0,27a	17,19 \pm 0,14ab	31,36 \pm 0,14a	5,43 \pm 0,00a
2	0,92 \pm 1,31c	7,13 \pm 0,01b	0,56 \pm 0,25b	0,28 \pm 0,28a	18,68 \pm 0,07ab	27,73 \pm 0,01a	4,94 \pm 0,04bc
3	0,41 \pm 1,23c	6,17 \pm 0,04b	0,41 \pm 0,47b	0,33 \pm 0,35a	20,22 \pm 0,09ab	26,21 \pm 0,80a	4,90 \pm 0,01c
4	0,31 \pm 0,83c	8,27 \pm 0,03b	1,88 \pm 0,25a	0,31 \pm 0,56a	17,47 \pm 0,37ab	27,13 \pm 0,93a	5,45 \pm 0,03a
5	0,32 \pm 1,04c	8,45 \pm 0,14b	0,36 \pm 0,52b	0,25 \pm 0,47a	16,28 \pm 0,01ab	32,77 \pm 0,14a	4,88 \pm 0,00c
6	9,56 \pm 0,25ab	16,34 \pm 0,02a	0,07 \pm 0,45b	0,35 \pm 0,22a	10,96 \pm 0,05b	43,89 \pm 0,26a	5,35 \pm 0,03ab
7	11,30 \pm 0,43a	7,65 \pm 0,04b	0,49 \pm 0,05b	0,47 \pm 0,12a	14,37 \pm 0,16b	33,63 \pm 0,19a	5,61 \pm 0,01a
8	0,11 \pm 0,49c	6,09 \pm 0,21b	0,30 \pm 0,67b	0,22 \pm 0,50a	26,28 \pm 0,04a	21,45 \pm 1,10a	4,73 \pm 0,01c
9	0,79 \pm 0,26c	8,03 \pm 0,00b	0,37 \pm 0,04b	0,26 \pm 0,64a	20,07 \pm 0,03ab	13,15 \pm 1,04a	5,47 \pm 0,00a
TACO*	-	7,1	1,1	1	-	-	-
Índia**	2 (Max.)	10 (Max.)	6 (Max)	-	-	60(Min.)	-
Colômbia***	-	9,0 (Max.)	0,8 (Min.)	0,2 (Min.)	5,5 (Min)	83(Max.)	-
Equador****	1 (Máx.)	7,0 (Máx.)	-	-	5,5 -10	75-83	5,9 (Mín.)

*Tabela Brasileira de Composição de Alimentos; ** FOOD SAFETY AND STANDARDS AUTHORITY OF INDIA, 2010; *** REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2004; **** INEN, 2002. a,b,c: valores seguidos de letras iguais na mesma coluna significa que não existe diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Seis amostras apresentaram teor de sólidos insolúveis, em conformidade com os valores máximos permitidos pelas legislações indianas e equatorianas, e, as amostras 1, 6 e 7 apresentaram valores acima do estipulado. Também foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em relação à porcentagem de sólidos insolúveis entre as amostras 1, 6 e 7 e as demais amostras. A elevada porcentagem de sólidos insolúveis em rapaduras pode ser atribuída ao uso de cal hidratada para a correção da acidez do caldo que gera a formação de fosfatos de cálcio insolúveis e, a contaminação por sedimentos na etapa de clarificação (Rodríguez, 2007; Forero, 2008). Forero (2002) também observou que o teor de sólidos insolúveis aumenta com a diminuição da taxa de aquecimento durante o processo produtivo, pois esta diminuição aumenta o tempo de sedimentação.

A umidade é considerada um importante parâmetro para a qualidade da rapadura, pois elevados valores podem promover a inversão de açúcares e a formação de fungos, conseqüentemente resultando na formação de produtos de decomposição desfavoráveis às características sensoriais e à qualidade deste alimento (Tiwari et al., 2004; Mosquera et al., 2007). Com exceção da amostra 6, todas as demais apresentaram teor de umidade de acordo com os valores máximos permitidos pela Índia e Colômbia. Para os valores orientadores da TACO e os valores máximos permitidos pela legislação equatoriana apenas as amostras 1, 3 e 8 estão de acordo com o teor de umidade estipulado. Apenas a amostra 6 apresentou diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em relação ao teor de umidade, e, esta diferença pode ser atribuída à forma de empacotamento e armazenamento do produto. Rodríguez (2007), sugere a inserção de uma etapa de secagem durante o processo de produção da rapadura (etapa de bateção) a fim de diminuir a umidade das mesmas e garantir a qualidade do produto. Sarwar et al. (2009), afirmam que o tipo de cana-de-açúcar e a forma de armazenamento da rapadura também podem influenciar na variação dos teores de umidade.

Todas as amostras apresentaram teores de cinzas de acordo com o valor máximo permitido pela legislação indiana e, em relação à norma colombiana, apenas a amostra 4 atende ao valor mínimo estipulado. A amostra 4 também apresentou valor acima do recomendado pela TACO, e diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em relação às demais amostras. O teor de cinzas é um parâmetro importante de qualidade da rapadura, pois indica a quantidade de minerais essenciais presentes no alimento. Porém, valores elevados podem ser associados ao uso excessivo de cal hidratada na etapa de

clarificação, ou o uso de cal hidratada com elevado nível de impurezas (Rodríguez 2007; Mosquera et al., 2007; Mujica et al., 2008; Guerra and Mujica, 2010). A cal hidratada utilizada para a correção do pH do caldo da rapadura deve ser de grau alimentício.

Todos os valores de pH determinados nas amostras estão abaixo do valor mínimo estipulado pela norma equatoriana que é de 5,9 e, apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre si. Baixos valores de pH podem estar associados ao uso ineficiente de cal hidratada na etapa de clarificação do caldo, o que dificulta a remoção de impurezas e promove a inversão da sacarose (Rodríguez 2007; Guerra and Mujica, 2010).

Não houve diferenças significativas nas amostras ($p \geq 0,05$) em relação à porcentagem de proteínas e estão de acordo com o valor mínimo permitido pela legislação colombiana.

Os teores de açúcares redutores presentes nas amostras estão acima do valor permitido pela legislação do Equador e, em relação às normas colombianas todas atendem ao valor mínimo permitido. Diferenças significativas ($p \leq 0,05$) foram encontradas entre as amostras, o que pode ser atribuído ao uso de processos não normatizados entre os produtores. Elevados teores de açúcares redutores podem estar associados ao processamento do caldo em altas temperaturas, que é indesejável a qualidade da rapadura, pois aumenta a higroscopicidade e, conseqüentemente, afetam a textura e a estabilidade do produto final (Verma and Maharaj, 1990; Tiwari et al., 2004).

A porcentagem de sacarose nas amostras variou de 13,1 a 48,2%, e não apresentou diferenças significativas ($p \geq 0,05$). Estes resultados estão muito abaixo dos estipulados pelas normas técnicas do Equador e da Índia. Uppal et al. (2002) encontraram teores de sacarose entre 88,4 e 90,2% em rapaduras produzidas na Índia. Baixos teores de sacarose podem ser atribuídos à inversão da sacarose causada por fatores como: variedade da matéria-prima, grau de maturação e tipo de corte da cana-de-açúcar, umidade, acidificação do caldo, condições e tempo de armazenamento (Mosquera et al., 2007).

3.2 Composição mineral e concentração de metais potencialmente tóxicos

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos na determinação da concentração dos minerais essenciais e dos metais potencialmente tóxicos nas amostras de rapadura artesanais.

Tabela 2. Composição mineral e concentração de metais potencialmente tóxicos (valor médio \pm DPR%, $n = 3$) de rapaduras artesanais brasileiras.

Amostras	Lote	Ca	K	Mg	Fe	Na	Mn	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
		mg kg ⁻¹										
1	A	646,1 \pm 6,6 ^a	36,2 \pm 4,4 ^a	772,8 \pm 7,1 ^a	21,5 \pm 4,6 ^a	\leq LD	6,6 \pm 2,8 ^a	0,23 \pm 0,0 ^a	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
	B	631,3 \pm 2,7 ^a	37,4 \pm 2,9 ^a	774,2 \pm 4,3 ^a	18,4 \pm 4,7 ^b	\leq LD	5,2 \pm 2,4 ^b	0,17 \pm 4,0 ^b	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
2	A	555,9 \pm 3,1 ^a	1355,9 \pm 1,1 ^a	92,9 \pm 0,5 ^b	4,7 \pm 2,1 ^b	56,3 \pm 6,7	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	1,2 \pm 0,0
	B	555,9 \pm 3,1 ^a	32,8 \pm 4,5 ^b	142,3 \pm 2,9 ^a	12,1 \pm 4,0 ^a	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	3,3 \pm 0,0	\leq LD
3	A	98,7 \pm 1,2 ^a	1394,3 \pm 0,6	41,1 \pm 1,0 ^b	1,2 \pm 7,9 ^b	59,9 \pm 4,1	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	1,2 \pm 0,1
	B	98,7 \pm 1,2 ^a	VA ^{****}	71,1 \pm 2,4 ^a	16,4 \pm 3,5 ^a	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
4	A	448,5 \pm 0,7 ^a	1398,7 \pm 1,1 ^a	94,4 \pm 0,5 ^b	3,6 \pm 4,0 ^b	60,7 \pm 6,3 ^a	0,5 \pm 8,3 ^b	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	1,2 \pm 0,1
	B	448,5 \pm 0,7 ^a	94,7 \pm 7,4 ^b	476,7 \pm 2,9 ^a	35,2 \pm 2,7 ^a	60,7 \pm 6,3 ^a	11,7 \pm 3,6 ^a	0,18 \pm 0,0	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
5	A	35,6 \pm 6,7 ^a	1530,0 \pm 0,5 ^a	332,0 \pm 0,5 ^a	41,1 \pm 1,0 ^a	85,0 \pm 1,7 ^b	14,5 \pm 1,2	\leq LD	2,2 \pm 6,8	\leq LD	5,9 \pm 0,0	1,3 \pm 0,0
	B	35,6 \pm 6,7 ^a	26,8 \pm 7,4 ^b	39,0 \pm 8,2 ^b	15,0 \pm 8,2 ^b	355,6 \pm 4,1 ^a	\leq LD	0,07 \pm 9,4	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
6	A	68,5 \pm 1,1 ^a	4370,9 \pm 0,4 ^a	43,5 \pm 1,9 ^a	10,4 \pm 2,4	563,9 \pm 0,7	0,34 \pm 0,0	\leq LD	\leq LD	\leq LD	2,6 \pm 0,0	\leq LD
	B	68,5 \pm 1,1 ^a	24,8 \pm 3,2 ^b	25,7 \pm 3,8 ^b	\leq LD	\leq LD	\leq LD	0,06 \pm 10,9	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
7	A	40,6 \pm 5,8 ^a	3971,4 \pm 0,2 ^a	95,7 \pm 1,3 ^a	1,29 \pm 0,0 ^b	497,8 \pm 0,5 ^a	\leq LD	\leq LD	1,2 \pm 0,0	\leq LD	\leq LD	\leq LD
	B	40,6 \pm 5,8 ^a	28,5 \pm 5,4 ^b	39,3 \pm 3,4 ^b	18,3 \pm 0,5 ^a	84,7 \pm 18,9 ^b	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
8	A	45,2 \pm 4,1 ^a	3747,7 \pm 0,6 ^a	53,1 \pm 3,8 ^a	9,5, \pm 3,5 ^b	459,6 \pm 0,9	0,61 \pm 0,0	\leq LD	1,0 \pm 0,0	\leq LD	\leq LD	1,0 \pm 0,0
	B	45,2 \pm 4,1 ^a	25,5 \pm 8,2 ^b	33,6 \pm 7,8 ^b	24,6 \pm 0,1 ^a	\leq LD	\leq LD	0,08 \pm 8,3	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
9	A	180,1 \pm 4,0 ^b	27,4 \pm 6,0 ^a	281,4 \pm 3,4 ^a	31,4 \pm 0,1 ^a	545,4 \pm 0,3	8,9 \pm 2,9 ^b	0,21 \pm 3,3 ^a	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
	B	208,6 \pm 2,7 ^a	27,7 \pm 4,1 ^a	269,1 \pm 7,2 ^a	32,5 \pm 4,1 ^a	\leq LD	9,5 \pm 0,9 ^a	0,18 \pm 3,3 ^b	\leq LD	\leq LD	\leq LD	\leq LD
TACO*		300	4590	470	44	220	16,6	6,0	1,7	-	-	-
BRASIL**		-	-	-	-	-	-	50	30	0,10	0,80	1,0
BRASIL***		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-

*Tabela Brasileira de Composição de Alimentos; **BRASIL (1965); ***BRASIL (2013); ****Valor Anômalo. LD = limite de detecção. a,b: valores seguidos de letras iguais na mesma coluna significa que não existe diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

O mineral que apresentou a maior concentração na maioria dos lotes foi o K, seguido do Ca e do Mg. Estes resultados estão de acordo com a TACO que indica estes minerais como os de maior concentração na rapadura (TACO, 2011).

Os valores de K encontrados em todas as amostras estão abaixo do recomendado pela TACO e foram verificadas diferenças significativas ($p \geq 0,05$) entre os lotes de mesma amostra, exceto para as amostras 1 e 9. Para o Ca, 25% das amostras apresentaram valores de Ca acima do recomendado e não foram verificadas diferenças significativas entre os lotes de mesma amostra, com exceção da amostra 9. No caso do Mg, apenas a amostra 1 apresentou valores acima do indicado, estando as demais amostras abaixo dos valores sugeridos pela TACO e, com exceção das amostras 1 e 9, foram verificadas diferenças significativas entre os lotes ($p \geq 0,05$).

Os valores de K, Ca e Mg encontrados neste trabalho estão abaixo dos relatados pela literatura. Guerra and Mujica (2010), determinaram a composição mineral de rapaduras granuladas artesanais e comerciais venezuelanas e as concentrações variaram de 246,5 a 936,0 mg K/100g, 132,35 a 256,07 mg Ca/100g e 28,26 a 102,58 mg Mg/100g.

As concentrações de Fe estão abaixo do valor indicado pela TACO em todas as amostras e foram verificadas diferenças significativas ($p \geq 0,05$) entre os lotes, exceto para a amostra 9. O teor de Fe encontrado nas amostras foi próximo dos valores verificados em outros trabalhos da literatura. Guerra and Mujica (2010), encontraram resultados na faixa de concentração de 1,60 a 3,87 mg/100g de Fe. O uso de rapadura para a melhoria da alimentação infantil, principalmente para suprir as carências de Fe foi objeto de estudo do trabalho de Arcanjo et al. (2009) que relataram a importância do uso da rapadura na merenda escolar infantil para redução da anemia devido ao aumento dos níveis de hemoglobina.

Cinco amostras de rapadura apresentaram lotes com teores de Na acima do recomendado pela TACO e, foram encontradas diferenças significativas ($p \geq 0,05$) entre os lotes para este elemento. Todas as amostras apresentaram teores de Zn, Mn e Cu abaixo dos valores sugeridos pela TACO e também foram verificadas diferenças significativas entre os lotes. Guerra and Mujica (2010), encontraram teores de 24,8 – 45,4 mg Na/100 g, 0,4 – 0,5 mg Zn/100 g, 0,4 – 1,6 mg Mn/100 g e 0,3 – 0,7 mg Cu/100 g, e também destacaram a variabilidade das concentrações destes elementos entre os lotes e amostras.

Todas as amostras apresentaram concentrações de Cr abaixo do limite de detecção instrumental e da TACO.

As diferenças significativas encontradas entre as concentrações dos minerais em lotes de mesma amostra e a variabilidade das concentrações dos minerais entre as amostras podem

estar relacionadas a fatores agroecológicos como o tipo e o grau de maturação da cana-de-açúcar, tipo de solo, clima, uso de fertilizantes e agroquímicos e o tipo de manejo e cultivo e também, a fatores do processo de fabricação como a quantidade e qualidade da cal hidratada utilizada durante a clarificação e a eficiência na extração do caldo (Mosquera et al., 1997; Rodriguez, 2007, Guerra and Mujica, 2010).

Três lotes de rapadura apresentaram teores de Pb acima dos valores máximos permitidos pela Legislação Brasileira e do Mercosul. No caso do Cd, quatro lotes apresentaram teores acima do valor máximo permitido para este contaminante. A presença destes dois contaminantes nos lotes analisados pode estar associada à contaminação ambiental da região produtora da matéria-prima vegetal, uso de fertilizantes fosfatados, corretivos de solo e agroquímicos (Tavares, 2010).

3.3 Análises microbiológicas

Os resultados obtidos para as análises microbiológicas (Tabela 3) indicaram a ausência das bactérias Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp, e encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira para rapaduras.

Tabela 3. Resultados obtidos na contagem de Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp.

Amostra	Coliformes a 45°C	<i>Salmonella</i> sp
1	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
2	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
3	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
4	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
5	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
6	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
7	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
8	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
9	< 3,00 NMP/g	ausência/25g
BRASIL*	10 ² NMP/g	ausência/25g

* BRASIL (2001).

Estes resultados podem ser atribuídos à rapadura por ser um alimento com alta concentração de açúcares o que pode dificultar a proliferação de microorganismos. Além disso, a alta temperatura utilizada por um longo período de tempo no cozimento do caldo pode eliminar os microorganismos oriundos da matéria-prima e do processamento artesanal. Segundo Bassett et al. (2008), o calor é comumente utilizado para a inativação de patógenos em alimentos. Porém, em muitos casos, o calor pode alterar as propriedades sensoriais do produto; a não ser que exista um invólucro a ser retirado antes do consumo.

Outro ponto a destacar é que as etapas de modelagem, resfriamento, corte e empacotamento das rapaduras ocorreram em condições apropriadas de higiene. Para Metaxopoulos et al. (2003), os erros de manipulação muitas vezes contribuem para altas contagens de microrganismos. Entre eles há fatores como uso de temperaturas impróprias, utensílios e instrumentos contaminados, veículos de transporte inaptos e falta de higiene do manipulador de alimentos.

3.4 Pesquisa de sujidades

Os resultados da pesquisa de matérias estranhas e sujidades (Tabela 4) indicaram a presença de impurezas e partes indesejáveis e a ausência de insetos e ácaros.

Tabela 4. Resultados obtidos para a pesquisa de sujidades.

Amostra	Impurezas e Partes Indesejáveis (100 g amostra)	Ácaros (100g amostra)	Insetos (100g amostra)
1	>100	0	0
2	>100	0	0
3	>100	0	0
4	>100	0	0
5	>100	0	0
6	>100	0	0
7	>100	0	0
8	>100	0	0
9	>100	0	0
BRASIL*	0	0	0

* BRASIL (2014).

Estes resultados indicam que as amostras de rapaduras artesanais avaliadas estão em desconformidade com a Resolução RDC nº14, de 28 de março de 2014, verificando-se a necessidade de uma revisão na legislação vigente com o estabelecimento de limites de tolerância para matérias estranhas, a partir de dados que reflitam a realidade de produção da rapadura no Brasil.

A elevada quantidade de impurezas e partes indesejáveis verificadas pode estar associada a diversos fatores como o uso de cana-de-açúcar colhida com o recurso da queima, a caramelização excessiva durante a etapa de concentração, limpeza ineficiente da cana de açúcar durante o corte e do caldo após a moagem e concentração e o uso de matéria-prima velha com longa espera para a produção após o corte. A presença destas impurezas em amostras de rapadura podem também indicar a possível contaminação destes produtos por substâncias químicas, como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) (SILVA et al., 2011).

4. Conclusão

A composição proximal e o potencial hidrogeniônico apresentaram diferenças significativas entre as amostras, e também em relação às recomendadas pela TACO e pelas Legislações Internacionais específicas para rapadura. Os teores de minerais essenciais apresentaram diferenças significativas entre os lotes das amostras e, em sua maioria, não atenderam os valores recomendados pela TACO. Concentrações de Cd e Pb acima do valor máximo permitido pela Legislação foram encontradas em alguns lotes, indicando contaminação química do alimento. Além disso, uma elevada quantidade de impurezas e materiais indesejáveis foi detectada em todas as amostras analisadas, o que pode contribuir para a presença de outros contaminantes químicos, como os HPAs neste produto. Em relação à análise microbiológica, as amostras não apresentaram contaminação por Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp.

Estes resultados podem ser atribuídos a fatores agroecológicos e às etapas de fabricação da rapadura artesanal. Neste contexto, torna-se necessário maior fiscalização e a criação de normas técnicas relacionadas à padronização da fabricação, manejo da matéria-prima e controle de qualidade deste produto para que a rapadura artesanal seja consumida pela população atendendo aos princípios de segurança dos alimentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFMT – *Campus* Cuiabá Bela Vista, pelo auxílio na determinação da composição proximal, pH e pesquisa de sujidades, à Pró-Reitoria de Pesquisa do IFMT pelo fornecimento de bolsa de iniciação científica (PROIC Edital IFMT nº103/2012) a F.G.G.P., ao Laboratório de Análises de Contaminantes Inorgânicos da UFMT pelo auxílio na determinação da concentração de minerais e de metais tóxicos e pesquisa de sujidades e à Faculdade de Nutrição da UFMT pelas análises microbiológicas.

Referências

- Arcanjo, F. P., Pinto, V. P., Arcanjo, M. R., Amici, M. R., Amâncio, O. M. (2009). Effect of a beverage fortified with evaporated sugarcane juice on hemoglobin levels in preschool children. *Revista Panamericana de Salud Publica*, 26(4), 350–354.
- AOAC. 2005. Official method of analysis of AOAC international, Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA: AOAC.
- Bassett J., McClure P. (2008). A risk assessment approach for fresh fruits. *Journal of Applied Microbiology*. 104, 925-943.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (1965). Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962,

- Brasília. Retrieved January 27, 2015 from: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/414d248047458a7d93f3d73fbc4c6735/DECRETO+N%C2%BA+55.871,+DE+26+DE+MAR%C3%87O+DE+1965.pdf?MOD=AJPERES>.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2001). Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001: Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, Brasília. Retrieved January 30, 2015 from: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2005). Resolução RDC n° 271, de 22 de setembro de 2005: Aprova o Regulamento Técnico para açúcares e produtos para adoçar, Brasília. Retrieved January 26, 2015 from: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ca624500474594079ba5df3fbc4c6735/RDC_271_2005.pdf?MOD=AJPERES.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2013). Resolução RDC n°42, de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o regulamento Técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em Alimentos, Brasília. Retrieved January 30, 2015 from: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/CRC/Resolu%C3%A7%C3%A3o%2042%20-%20ANVISA.pdf.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2014). Resolução RDC n°14, de 28 de março de 2014, que dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências, Brasília. Retrieved January 26, 2015 from: ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpsessp/bibliote/informe_eletronico/2014/iels.mar.14/Iels61/U_RS-MS-ANVISA-RDC-14_280314.pdf
- CENTEC. (2004). *Produtor de cana-de-açúcar/Instituto Centro de Ensino Tecnológico (Cadernos Tecnológicos)*. Fortaleza, CE, BR: Edições Demócrito Rocha.
- Currie, L.A. (1999). Detection and quantification limits: origins and historical overview. *Analytica Chimica Acta*, 391, 127-134.
- De Maria, G., Correal, C.M., Jaffe, W. (2013). Panela: the natural nutritional sweetener. *Agro FOOD Industry Hi Tech*, 24(6), 44-48.
- Delgado, A. A., Delgado, A. P. (1999). *Produção do açúcar mascavo, rapadura e melaço*. Piracicaba, SP, BR: Editora Alves.
- Flores, P.F., Santos Junior, D., Roldan, P. S., Oliveira, A. P., Gomes Neto, J. A., Krug, F. J. (2007). Evaluation of W-Rh permanent modifier for lead determination in sugar by graphite furnace atomic spectrometry. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*, 1, 176-182.
- FOOD SAFETY AND STANDARDS AUTHORITY OF INDIA. Ministry of Health and Family Welfare. (2011). Food Safety and standards (Food Products Standards and Food Additives) Regulations, 2011. Retrieved January 27, 2015 from [http://www.fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/Food%20safety%20and%20standards%20\(Food%20product%20standards%20and%20Food%20Additives\)%20regulation,%202011.pdf](http://www.fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/Food%20safety%20and%20standards%20(Food%20product%20standards%20and%20Food%20Additives)%20regulation,%202011.pdf)
- Forero, L.E.P. (2008). La limpieza de los jugos, un requisito indispensable para la calidad de la panela y de las mieles. Retrieved January 28, 2015 from: <http://www.panelamonitor.org/documents/265/la-limpieza-de-los-jugos-un-requisito-indispensabl/>.
- Forero, L.E.P. (2002). Mejoramiento en la calidad de miel y panela. Retrieved January 28, 2015 from: <http://www.panelamonitor.org/documents/266/mejoramiento-en-la-calidad-de-miel-y-panela/>.
- Generoso, W. C., Borges, M. T. M. R., Ceccato-Antonini, S. R., Marino, A. L. F., Silva, M. V. M., Nassu, R. T, Verruma-Bernardi, M. R. (2009). Avaliação microbiológica e físico-química de açúcares mascavo comerciais. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 68 (2), 259-268.
- Guerra, M. J., Mujica, M. V. (2010). Propriedades físicas e químicas de rapaduras granuladas. *Ciência e tecnologia de alimentos*, 30(1), 250 – 257.
- IAL. 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo, SP, BR: Instituto Adolfo Lutz.
- INEN (2002). *Panela Sólida: Requisitos*. INEN standard 2331/2002. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- Jaffe, W. (2012). Health Effects of Non-Centrifugal Sugar (NCS): A Review. *Sugar Tech*, 14(2), 87-94.
- Metaxopoulos, J., Kritikos, D., Drosinos, E.H. (2003). Examination of microbiological parameters relevant to the implementation of GHP and HACCP system in Greek meat industry in the production of cooked sausages and cooked cured meat products. *Food Control*, 14, 323-332.
- Mosquera, S. A., Carrera, J. E., Villada, H. S. (2007). Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el Departamento del Cauca. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 20 (5), 17-27.
- Mujica, M.V., Guerra, M., Soto, N. (2008). Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada. *Interciência*, 33(8), 598-603.
- PANELA MONITOR. (2013). Non centrifugal sugar - World production and trade. Retrieved January 26, 2015 from: <http://www.panelamonitor.org/documents/558/non-centrifugal-sugar-world-production-and-trade/>.
- REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ministério de la Protección Social. (2004). Resolución Número 002546 de 06 de agosto de 2004, reglamento técnico de emergencia a través del cual se señalan los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para el consumo humano y se dictan otras disposiciones. Retrieved January 26, 2015 from http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CCOL_57.doc
- Rodríguez, M. V. J. (2007). Evaluación de panelas granuladas artesanales y estudio de algunos factores que afectan su calidad. Master thesis, Universidad Simon Bolívar, Colombia.
- Sarwar, M. A., Hussain, F., Nadeem, M. A., Ghaffar, A., Bilal, M., Umer, M., Chattha, A. A. (2009). Performance of Different Sugarcane Strains for Physico- Chemical Characteristics of Jaggery. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, 5(1-2), 40-42.
- Silva, F. S., Cristale, J., Ribeira, M. L., Marchi, M. R. R. (2011). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in raw cane sugar (rapadura) in Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 346–350.
- Swanson, R.C., Mislivec. P.B., Hitchins, A.D., Lancette, G.A. (1992). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Washington, USA: American Public Health Association.
- TACO. (2011). *Tabela de composição de alimentos*. Campinas, SP, BR: NEPA-UNICAMP.
- Tavares, A. D. (2010). Determinação de Cádmio e Chumbo em Alimentos e Bebidas Industrializados por Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização Eletrotérmica. Doctor thesis, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
- Tiwari, G., Sanjeev, K., Prakash, O. (2004). Evaluation of convective mass transfer coefficient during drying of jaggery. *Journal of Food Engineering*, 63, 219-227.
- Uppal, S., Sharma, S., Sidhu, G. (2002). Effect of storage temperature on jaggery (gur) quality of different sugarcane varieties. *Journal of Food Science Technology*, 39 (5), 549-551.
- Verma, V., Maharaj, N. (1990). Moisture absorption isotherms of jaggery. *Journal of Stored Product Research*, 26 (2), 61-66.

CAPÍTULO 3

IMPLICAÇÕES

A rapadura é um produto de grande consumo no Brasil e boa parte da sua produção é artesanal, sendo de grande necessidade avaliar a qualidade destes produtos antes de chegarem às casas dos consumidores.

A composição química da rapadura indica que a mesma possui elementos essenciais ao organismo humano, tanto de natureza orgânica quanto de minerais, e por isso ocupa, dentre os diversos tipos de açúcar disponíveis no mercado, posição inigualável, levando vantagens em relação aos produtos similares.

A importância da rapadura como um complemento da alimentação tem levado muitos países a desenvolverem programas de produção para populações mais carentes. A produção e o consumo da rapadura têm sido bastante grande na Índia, Paquistão, Colômbia, Japão, entre outros.

Com isso em vista, a caracterização físico-química, microbiológica e de sujidades deste produto no Brasil é importante em termos econômicos e de saúde pública.

Diante do exposto, torna-se relevante a criação de normativas para padronização da rapadura em toda a sua cadeia produtiva, desde a produção da cana-de-açúcar, colheita, limpeza, moagem, processamento da rapadura, secagem, armazenamento e distribuição, também são necessários maiores investimentos por parte da iniciativa pública na capacitação do setor produtivo e intensificação de fiscalização por órgãos competentes e na padronização destes produtos, visto que as resoluções vigentes não estabelecem padrões de identidade e qualidade para a rapadura artesanal.

A rapadura é um alimento muito consumido nos municípios do Vale do Rio Cuiabá ou Baixada Cuiabana, além de ser obrigatório o fornecimento da mesma na merenda escolar dos municípios de Cuiabá e Várzea Grande o que torna imprescindível a realização de pesquisas científicas para enriquecimento de informações e trabalhos de melhoria no processo de fabricação deste produto alimentício.