

Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite

Development and characterization of an extruded breakfast cereal from cassava enriched with milk whey protein concentrate

Autores | Authors

Priscilla Andrade SILVA
Glaucy Takeda ASSIS

Universidade do Estado do Pará (UEPA)
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
(CCNT)
Belém-PA - Brasil
e-mail: prisciandra@yahoo.com.br
glaucy_takeda@hotmail.com

✉ **Ana Vânia CARVALHO**

Embrapa Amazônia Oriental
Av. Dr. Enéas Pinheiro, s/n, Marco
CEP: 66095-100
Belém/PA - Brasil
e-mail: anavania@cpatu.embrapa.br

Marilda Garcia SIMÕES

Universidade do Estado do Pará (UEPA)
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
(CCNT)
Belém-PA - Brasil
e-mail: marildags@uol.com.br

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 20/01/2010
Aprovado | Approved: 16/06/2011
Publicado | Published: dez./2011

Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar um cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite. O extrudado foi formulado adicionando-se 15% de concentrado proteico de soro de leite à farinha de mandioca. As matérias-primas e o cereal matinal obtido foram analisados quanto às características físico-químicas. Para o cereal matinal desenvolvido, avaliaram-se também suas características microbiológicas e sensoriais. O extrudado estudado apresentou índice de expansão de 11,49 e densidade aparente de 0,21 g.cm⁻³. Quanto à análise sensorial, o cereal matinal avaliado obteve notas médias de aceitação, para todos os atributos avaliados, situadas no intervalo de 7,63 a 8,05, que corresponde às categorias “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Para a intenção de compra, 91,70% dos provadores opinaram que certamente ou possivelmente comprariam o produto. O emprego de mandioca e concentrado proteico de soro de leite é uma alternativa para a elaboração de cereal matinal extrudado, obtendo-se um produto final com boas características sensoriais e nutricionais.

Palavras-chave: *Manihot esculenta Crantz; Extrusão termoplástica; Caracterização físico-química; Análise sensorial.*

Summary

The objective of this study was to develop and characterize an extruded cassava breakfast cereal enriched with milk whey protein concentrate. The extruded product was formulated by adding 15% of milk whey protein concentrate to cassava flour. The raw materials and the cassava flour breakfast cereal obtained were analyzed for their physicochemical characteristics. The breakfast cereal was also evaluated for its microbiological and sensory characteristics. The extruded product presented an expansion index of 11.49 and apparent density of 0.21 g.cm⁻³. With respect to the sensory analysis, the breakfast cereal obtained hedonic ratings in the range from 7.63 to 8.05 for all the attributes evaluated, corresponding to the categories “I liked moderately” and “I liked a lot”. For purchase intention, 91.70% of the panelists said they certainly or possibly would buy the product. The use of cassava and milk whey protein concentrate represents an alternative for the production of an extruded breakfast cereal with good sensory and nutritional characteristics.

Key words: *Manihot esculenta Crantz; Thermoplastic extrusion; Physicochemical characteristics; Sensory analysis.*

Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite

SILVA, P. A. et al.

1 Introdução

O processo de extrusão vem ganhando destaque e expansão na indústria de alimentos por ser uma importante técnica que, além de aumentar a variedade de alimentos processados, apresenta muitas vantagens quando comparado a outros sistemas tradicionais de processamento de alimentos, como versatilidade, custo relativamente baixo, alta produtividade e produtos de alta qualidade, além de representar um processo ambientalmente seguro, sendo uma tecnologia catalogada como limpa (CARVALHO, 2000; GUY, 2001). A tecnologia de extrusão permite o emprego de matérias-primas para transformação em alimentos industrializados prontos para o consumo, convenientes, de maior vida útil e de grande aceitação pelo público consumidor, como é o caso dos *snacks* e cereais matinais.

As matérias-primas mais utilizadas na formulação de cereais matinais extrudados são o arroz, o trigo, a aveia e o milho. Nas formulações desses produtos, podem ser usadas misturas desses cereais, na forma de farinha, *grits* e farinhas integrais, assim como podem ser misturados com outros ingredientes, para variar a aparência, a textura, o sabor, o aroma e outras características dos produtos (DANDY e DOBRASZCZYK, 2001).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) se destaca como uma das principais culturas do Brasil, considerado o segundo maior produtor mundial, sendo que a maior parte da sua produção destina-se à fabricação de farinha de mandioca e o restante divide-se em extração do amido e consumo final (CEREDA e VILPOUX, 2003). Embora seja a forma mais ampla de aproveitamento industrial da mandioca, a farinha não é um produto muito valorizado, o que torna interessante seu aproveitamento para processamento de produtos mais elaborados e de maior valor agregado, como é o caso dos cereais extrudados.

O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios que vem despertando o interesse de inúmeros pesquisadores em todo o mundo pela sua potencialidade nutricional, funcional e econômica. O soro de leite, na forma de concentrado proteico, vem sendo aplicado pela indústria de alimentos na confecção de produtos dietéticos, nos quais agem como substituinte da gordura e modificam as propriedades de textura dos produtos aos quais é aplicado (ANTUNES et al., 2004). Porém, é a qualidade nutricional das proteínas do soro de leite que tem despertado o maior interesse em seu aproveitamento. O Índice de Eficiência Proteica (PER) e o Valor Biológico (VB) dessas proteínas superam os obtidos pelas caseínas, especialmente pelas proteínas do soro de leite serem ricas em aminoácidos sulfurados (ANTUNES, 2003; SWAISGOOD, 1996). Atribuem-se também às proteínas do soro de leite possíveis atividades, como hipocolesterolêmica, anti-inflamatória,

de proteção e reparo das células entéricas, dentre outras (McINTOSH et al., 1998; MORENO, 2002; COSTA, 2004).

Para os cereais matinais, é bastante comum acrescentar ingredientes que contribuem para melhorar o sabor do produto final, como, por exemplo, chocolate e baunilha. A canela é outro ingrediente responsável por conferir sabor característico ao alimento que pode ser utilizado com bons resultados para cereais matinais.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um cereal matinal de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite, bem como determinar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto obtido.

2 Material e Métodos

2.1 Matéria-prima

Foram utilizados: farinha de mandioca adquirida no mercado local da cidade de Belém-PA; concentrado proteico de soro de leite (Alibra Ingredientes LTDA, Brasil); sacarose refinada comercial (União, Brasil), e canela em pó (Mariza e Comércio da Amazônia LTDA, Brasil).

A farinha de mandioca utilizada apresentava cerca de 62% das partículas com granulometria entre 2 e 0,85 mm.

2.2 Processamento por extrusão

As formulações testadas foram preparadas adicionando-se 15% de concentrado proteico de soro de leite, 12% de açúcar refinado e 0,7% de canela em pó à farinha de mandioca, sendo as amostras condicionadas para o teor de umidade de 13%.

A formulação testada foi processada em extrusora monorroscas, da marca INBRAMAQ, modelo Labor PQ30 (Ribeirão Preto-SP, Brasil), de configuração e parafuso intercambiáveis, com controle de temperatura nas diferentes zonas de aquecimento e velocidade do parafuso regulável por meio de regulador de frequência. As condições de extrusão foram fixadas com base em testes preliminares, sendo adotados os seguintes parâmetros fixos: temperatura nas zonas do extrusor (Zona 1 = 40 °C; Zona 2 = 60 °C; Zona 3 = 80 °C), velocidade do parafuso de 177 rpm, matriz circular de 3,85 mm e sistema de corte na saída da matriz. Após a extrusão dos cereais matinais, foi aspergida sobre os mesmos uma solução de sacarose a 60 °Brix na proporção de 14% (14 g de solução de sacarose para cada 100 g de cereal matinal). Em seguida, os extrudados foram secos em estufa com circulação de ar a 60 °C até obter-se umidade final de 6%, base úmida. O produto seco foi mantido em embalagem flexível laminada (BOPPmetalizado/PE/BOPP) até o momento das análises.

Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite

SILVA, P. A. et al.

2.3 Caracterização físico-química das matérias-primas e do cereal matinal

Com relação à caracterização físico-química da farinha de mandioca, realizaram-se análises de pH (CUNNIFF, 1997), umidade (CUNNIFF, 1997), cinzas (CUNNIFF, 1997), proteínas (CUNNIFF, 1997), lipídios (BLIGH e DYER, 1959) e fibras (método de detergência) (GOERING; VAN SOEST, 1970). Para o concentrado proteico de soro de leite, realizaram-se análises de cinzas, proteínas e lipídios.

O formulado de cereal matinal sabor canela foi analisado quanto a umidade, cinzas, proteínas, lipídios e fibras, de acordo com as respectivas metodologias, citadas anteriormente, além das análises de atividade de água (medição direta em analisador de atividade de água marca DECAGON, modelo Pawkit, Pullman, EUA, de acordo com manula do fabricante), carboidratos (calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídios e cinzas), açúcares totais (segundo método do IAL (1985)) e valor energético total (mediante a Equação 1).

$$VET = (C \times 4) + (A \times 4) + (B \times 9) \quad (1)$$

na qual C: carboidratos, A: proteína total e B: extrato etéreo (USDA, 1963).

2.4 Caracterização tecnológica do cereal matinal

Para a caracterização tecnológica do cereal matinal sabor canela, foram realizadas as análises de índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA) (ANDERSON et al., 1969), densidade aparente (RAMIREZ e WANDERLEY, 1997) e índice de expansão radial (IE) (ALVAREZ-MARTINEZ et al., 1988).

2.5 Avaliação microbiológica do cereal matinal

Realizaram-se análises de coliformes a 35 e 45 °C, de acordo com Vanderzant e Splittstoesser (1992). Os resultados foram avaliados segundo os parâmetros estabelecidos pela resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

2.6 Análise sensorial do cereal matinal

A avaliação sensorial do cereal matinal desenvolvido foi realizada por 60 provadores não treinados, de ambos os gêneros, com faixa etária de 18 a 60 anos. Empregou-se o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo) (STONE e SIDEL, 1993). Inicialmente, cada provador recebeu a amostra, que foi servida em prato descartável, e um copo de leite líquido gelado (50 mL), de modo que o provador pudesse avaliar o cereal matinal misturado ou não com leite, de acordo

com sua preferência. A amostra foi avaliada quanto a aparência, textura, sabor, impressão global e intenção de compra. Para a intenção de compra, utilizou-se escala estruturada de cinco pontos (1 = certamente não compraria; 5 = certamente compraria), empregando-se os procedimentos descritos por Meilgaard et al. (1991).

3 Resultados e Discussão

3.1 Caracterização físico-química das matérias-primas

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados obtidos para a caracterização físico-química da farinha de mandioca e do concentrado proteico de soro de leite.

Para o concentrado proteico de soro de leite, os resultados da caracterização físico-química estão próximos aos relatados em certificado de análises da empresa Alibra Ingredientes LTDA, fornecedora do produto, que observou valores de 78,50% de proteínas, 3,30% de lipídeos, pH de 6,43, umidade de 4,49 e 2,40% de cinzas.

Os resultados da caracterização físico-química encontrados para a farinha de mandioca estão de acordo com a literatura consultada (BRASIL, 1995; CHISTÉ et al., 2006; CHISTÉ et al., 2007), que relata teores variando de 0,38 a 0,93% de cinzas, 0,11 a 1,91% de lipídeos e 0,53 a 2,58% de proteínas. Para o teor de fibras, o valor encontrado neste trabalho está também próximo aos relatados por Dias e Leonel (2006), variando de 0,57 a 2,44% em seu estudo sobre a caracterização de farinhas de várias regiões do Brasil. Em relação aos valores de umidade, cinzas e amido, observou-se que a amostra analisada está de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira para farinhas de mandioca, conforme Portaria nº 554 de 30 de agosto de 1995 do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária (BRASIL, 1995), a qual determina valores máximos de 13% de umidade, base úmida, 1,5% de cinzas e o mínimo de 70% de amido para farinhas do grupo seca.

Tabela 1. Caracterização físico-química das matérias-primas, em base úmida.

Determinação	Farinha de mandioca	Concentrado proteico de soro de leite
pH	4,38 ± 0,02	-
Umidade (%)	6,33 ± 0,01	-
Proteínas (%)	1,46 ± 0,06	75,03 ± 1,54
Lipídeos (%)	0,27 ± 0,02	4,26 ± 0,17
Cinzas (%)	0,61 ± 0,01	2,71 ± 0,16
Fibras (%)	2,58 ± 0,06	-

Valores representam a média de quadruplicatas ± desvio padrão.

Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite

SILVA, P. A. et al.

3.2 Caracterização físico-química do cereal matinal

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios da caracterização físico-química do cereal matinal sabor canela.

Para a atividade de água, o resultado encontrado de 0,47 atribui boa estabilidade ao extrudado estudado frente às possíveis alterações causadas pelos microrganismos e outras reações químicas (SILVA e MARSAIOLI, 2003). Valores próximos foram observados por Carvalho et al. (2009), os quais, ao estudarem produtos extrudados fritos de mandioca com pupunha, relatam atividade de água variando de 0,23 a 0,24.

A concentração de componentes proteicos em cereais matinais é um fator atrativo para o público-alvo desses produtos, particularmente crianças e jovens, pois as proteínas são utilizadas na regeneração de tecidos e funcionam como catalisadores nas reações químicas que ocorrem nos organismos vivos e que envolvem enzimas ou hormônios (BOBBIO e BOBBIO, 2003). Neste estudo, observou-se que o valor proteico obtido para o cereal matinal elaborado com farinha de mandioca e concentrado proteico de soro de leite foi considerável, passando de 1,46% de proteínas na farinha de mandioca pura para 8,38% de proteínas no produto final.

De acordo com a Tabela 2, o teor médio de lipídios do cereal elaborado, 0,75%, expressa o menor conteúdo entre os macronutrientes energéticos. Comparando-se esse valor aos encontrados por Souza e Menezes (2008), de 12,37 a 12,74%, em trabalho com cereal matinal extrudado doce de castanha-do-brasil com mandioca, e por Takeuchi et al. (2005), de 1,17 a 3,21%, em trabalho com cereal matinal utilizando diferentes fontes amiláceas, observa-se que o teor de lipídios do extrudado do presente trabalho se mostrou inferior, um fator relevante para a escolha do consumidor que procura produtos com elevado valor nutricional e baixo teor de lipídeos.

As fibras pertencem ao grupo de compostos biologicamente ativos atualmente conhecidos, sendo

seu consumo de fundamental importância para a saúde. Os percentuais de fibras alimentares de alguns cereais matinais são reportados por Menezes et al. (2001): cereal matinal "All Bran", 21,53%; cereal matinal de aveia, amêndoa e mel, 4,90%; cereal matinal de milho "Corn Flakes", 3,57%; cereal matinal de milho, trigo e aveia, 2,15%. O valor de fibras encontrado no cereal matinal deste trabalho, 2,93%, mostrou-se próximo dos cereais matinais comercializados no mercado, com exceção do "All Bran", que já é rotulado e comercializado como um produto basicamente de fibras. Além disso, o teor de fibras observado neste trabalho está próximo de alimentos considerados como fonte de fibras (>3 g de fibras.100 g⁻¹ de alimento), de acordo com a Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998, do Ministério da Saúde.

3.3 Caracterização tecnológica do cereal matinal

Os resultados da caracterização tecnológica do cereal matinal sabor canela estão apresentados na Tabela 3.

O índice de absorção de água está relacionado com o grau de intumescimento ou gelatinização do amido, porque somente grânulos de amido gelatinizados conseguem absorver água em temperatura ambiente, aumentando a viscosidade (MERCIER et al., 1998). O resultado do índice de absorção de água (IAA) para o cereal matinal sabor canela, de 5,80 g de gel.g⁻¹ de matéria seca, está próximo aos encontrados por Schmiele (2009), que relata valores variando de 6,49 a 9,44 g de gel.g⁻¹ de matéria seca em extrudados expandidos utilizando farinha de milho com diferentes granulometrias. Carvalho et al. (2010) também encontraram valores parecidos (5,01 a 6,48 g de gel.g⁻¹) ao estudarem extrudados fritos, obtidos a partir da mistura de mandioca e pupunha.

O índice de solubilidade em água está relacionado com a quantidade de moléculas solúveis, como resultado de uma dextrinização, ou seja, mede o grau de danificação do amido (MERCIER et al., 1998). Para o índice de solubilidade em água do cereal matinal sabor canela (37,06%), observou-se valor inferior ao encontrado por Camargo et al. (2008), que verificaram variações de 23,17 a 29,23% para biscoitos extrudados de polvilho azedo e fibras.

Tabela 2. Caracterização físico-química do cereal matinal sabor canela, em base úmida.

Determinação	Cereal matinal sabor canela
Atividade de água	0,47 ± 0,01
Umidade (%)	5,93 ± 0,01
Proteínas (%)	8,38 ± 0,12
Lipídeos (%)	0,75 ± 0,01
Cinzas (%)	0,73 ± 0,01
Fibras totais (%)	2,93 ± 0,08
Açúcares totais (%)	9,28 ± 0,17
Carboidratos totais (%)	84,21
Valor energético total (kcal.100 g ⁻¹)	377,07

Valores representam a média de quadruplicatas ± desvio padrão.

Tabela 3. Caracterização tecnológica do cereal matinal sabor canela.

Determinação	Cereal matinal sabor canela
Índice de absorção de água (g de gel.g ⁻¹ MS)	5,80 ± 0,06
Índice de solubilidade em água (%)	37,06 ± 1,61
Índice de expansão radial	11,49 ± 0,63
Densidade aparente (g.cm ⁻³)	0,21 ± 0,01

Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite

SILVA, P. A. et al.

O resultado obtido para o índice de expansão radial, 11,49, foi superior ao encontrado por Schmiele (2009), que observou índices variando de 2,08 a 4,44 para os extrudados expandidos utilizando-se de farinha de milho com diferentes granulometrias, e por Leoro (2007), que encontrou valores variando de 1,02 a 4,11 para o cereal matinal extrudado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá. Segundo Alvarez-Martínez et al. (1988) e Ding et al. (2006), a expansão é inversamente proporcional à umidade do material a ser extrudado, pois esta age como plastificante para materiais amiláceos, reduzindo a sua viscosidade e a dissipação da energia mecânica no extrusor, resultando, assim, produtos mais densos, cujas bolhas têm a taxa de seu crescimento reduzida (MERCIER et al., 1998; LEORO, 2007).

A densidade é um dos parâmetros importantes utilizados na especificação de embalagem, transporte e armazenamento. Para a densidade aparente do cereal matinal sabor canela, observou-se que o produto não apresentou densidade elevada ($0,21 \text{ g.cm}^{-3}$), estando próxima aos valores relatados por Martins (2009), $0,16 \text{ g.cm}^{-3}$, em estudo com *snack* de farinha de mandioca e camarão regional do Pará.

3.4 Avaliação microbiológica do cereal matinal

A ANVISA, por meio da Resolução nº 12 de 2 de janeiro de 2001, regulamenta os padrões microbiológicos para alimentos e estabelece para cereais matinais e produtos extrudados valores inferiores a 1 UFC.g^{-1} para coliformes a 45 °C . Os valores encontrados para a análise microbiológica de cereal matinal estudado foram inferiores ao estabelecido na legislação citada, estando o produto apto para ser consumido e indicando, ainda, boas condições higiênicas durante todo o processamento.

3.5 Análise sensorial do cereal matinal

Os resultados do teste de aceitação realizado para a avaliação da formulação de cereal matinal sabor canela estão apresentados na Tabela 4.

O cereal matinal avaliado obteve médias de aceitação elevadas, com notas situadas no intervalo de 7,63 a 8,05, correspondendo às categorias “gostei moderadamente” e “gostei muito”, valores estes acima da faixa de 3,52 a 7,19, relatada por Souza e Menezes (2008), ao estudarem a aceitação global em cereal matinal de mandioca com castanha-do-brasil sob condições aproximadas de processamento. Por outro lado, Carvalho et al. (2009) obtiveram médias de aceitação variando de 6,70 a 7,50, ao avaliarem *snacks* obtidos através da incorporação de farinha de pupunha à farinha de mandioca nas proporções de 15, 20 e 25%.

Na Tabela 5, observa-se o resultado da intenção de compra do cereal matinal sabor canela pelos potenciais consumidores.

Tabela 4. Médias das notas atribuídas pelos provadores para a aceitação sensorial de cereal matinal sabor canela.

Atributos	Cereal matinal sabor canela
Aparência	7,63 ± 0,96
Textura	8,05 ± 0,75
Sabor	8,02 ± 0,87
Impressão global	8,05 ± 0,62

Tabela 5. Intenção de compra do cereal matinal sabor canela.

Intenção de compra	Provadores (%)
Certamente compraria	60,00
Possivelmente compraria	31,70
Talvez comprasse / Talvez não comprasse	8,30
Possivelmente não compraria	-
Certamente não compraria	-

Verifica-se, pela Tabela 5, que 91,7% dos provadores relataram que “certamente ou possivelmente comprariam o produto se o encontrassem no mercado”, reforçando a grande aceitação do cereal matinal estudado. Esses valores são superiores aos obtidos em estudo sobre *snack* de mandioca e camarão regional, cujos resultados indicaram 30% de intenção de compra (MARTINS, 2009).

4 Conclusões

A adição de concentrado proteico de soro de leite propiciou a obtenção de um cereal matinal com alto teor proteico, com um incremento de proteínas de 574% quando comparado ao teor de proteínas presente na farinha de mandioca.

O produto final apresentou teor considerável de fibras (2,93%), ficando próximo de alimentos considerados como fonte de fibras (>3%), de acordo com a legislação vigente.

A umidade de 13% permitiu a expansão do produto final na saída da matriz, resultando graus elevados de gelatinização e, conseqüentemente, valores relativamente altos ou intermediários de ISA e IAA.

A análise sensorial indicou boa aceitabilidade para o cereal matinal, sendo que 91,7% dos provadores relataram que certamente ou possivelmente comprariam o produto se o mesmo estivesse à venda no mercado.

O emprego de mandioca e concentrado proteico de soro de leite é uma alternativa para a elaboração de cereal matinal extrudado, obtendo-se um produto final com boas características sensoriais e nutricionais.

Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite

SILVA, P. A. et al.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa Amazônia Oriental, pelo apoio financeiro, e à Universidade do Estado do Pará; aos assistentes de pesquisa Solange Branches, Ana Lúcia Fé e Gilberto, da Embrapa Amazônia Oriental, pela compreensão e pelo apoio incondicionais em todos os momentos desta pesquisa.

Referências

ALIBRA INGREDIENTES. **Concentrado Protéico de Soro de Leite - 80% Proteínas**. Campinas: Alibra Ingredientes Ltda, 2008. ET-WPC 80-07.

ALVAREZ-MARTINEZ, L.; KONDURY, K. P.; HARPER, J. M. A general-model for expansion of extruded products. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 2, p. 609-615, 1988. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb07768.x>

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN, L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**, St. Paul, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de Proteínas do Soro de Leite Bovino**. Barueri: Manolo, 2003. 135 p.

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 107-114, 2004.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, p. 911-917, 1959. <http://dx.doi.org/10.1139/o59-099>

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2003. 238 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. Portaria nº 554, de 30 de agosto de 1995. Norma de identidade, qualidade, apresentação, embalagem, armazenamento e transporte da farinha de mandioca. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 01 set. 1995. Seção 1. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/claspar/pdf/farinhamandioca554_95.pdf>. Acesso em: 03 out. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 05 jan. 2009.

CAMARGO, K. F.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Produção de biscoitos extrudados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28,

n. 3, p. 586-591, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000300013>

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, P. A.; ASCHERI, J. L. R. Produção de *snacks* de terceira geração por extrusão de misturas de farinhas de pupunha e mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 277-284, 2009. <http://dx.doi.org/10.4260/BJFT2009800900022>

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, P. A.; ASSIS, G. T.; ASCHERI, J. L. R. Caracterização tecnológica de extrusados de *snacks* de terceira geração à base de farinhas de mandioca e pupunha. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 995-1003, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000400028>

CARVALHO, R. V. **Formulações de Snacks de Terceira Geração por Extrusão: Caracterização Texturométrica e Microestrutural**. 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Farinhas e derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Eds.). **Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. v. 3, p. 577-620.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000400023>

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 265-269, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000200009>

COSTA, E. L. **Efeito do Processamento Térmico e Enzimático na Obtenção de Hidrolisados do Isolado Protéico do Soro de Leite com Atividade Anti-Hipertensiva**. 2004. 100 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CUNNIFF, P. **Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists**. 16. ed. Washington: AOAC, 1997.

DANDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereals and Cereal Products: Chemistry and Technology**. Maryland: Aspen Publishers, Inc., 2001. 428 p.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000400015>

DING, Q.; AINSWORTH, P.; PLUNKETT, A.; TUCKER, G.; MARSON, H. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of

Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite

SILVA, P. A. et al.

- rice-base expanded snacks. **Journal of Food Engineering**, Califórnia, v. 73, n. 2, p. 142-148, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.03.019>
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage Fiber Analyses: Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications**. Washington: USDA, Agricultural Research Service, 1970. 19 p.
- GUY, R. **Extrusión de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2001. 208 p.
- LEORO, M. G. V. **Desenvolvimento de Cereal Matinal Extrudado Orgânico à Base de Farinha de Milho e Farelo de Maracujá**. 2007. 123 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed. São Paulo: IAL, 1985. v. 1.
- MARTINS, L. H. S. **Estudo da Extrusão Termoplástica de uma Mistura Binária à base de Mandioca (*Manihot esculenta* Crant) e Camarão Regional (*Macrobrachium amazonicum*)**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.
- McINTOSH, G. H.; ROYLE, P. J.; LE LEU, R. K.; REGISTER, G. O.; JOHNSON, M. A.; GRINSTED, R. L.; KENWARD, R. S.; SMITHERS, G. W. Whey proteins as functional food ingredients? **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 8, n. 5-6, p. 425-434, 1998. [http://dx.doi.org/10.1016/S0958-6946\(98\)00065-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00065-X)
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 2.ed. Florida – USA: CRC Press, 1991. 354p.
- MENEZES, E. W.; CARUSO, L.; LAJOLO, F. M. Avaliação da qualidade dos dados de fibra alimentar. Estudo em alimentos brasileiros. In: LALOJO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. (Eds). **Fibra Dietética em Iberoamerica: Tecnología y Salud**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 11, p. 165-178.
- MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J. M. **Extrusion Cooking**. 2. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1998. 471 p.
- MORENO, Y. M. F. **Influência das Proteínas de Soro de Leite Bovino no Estado Nutricional, Composição Corporal e Sistema Imune em Corte de Crianças com Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS)**. 2002. 105 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- RAMIREZ, J. L. A.; WANDERLEY, C. P. Efecto de los parámetros de extrusión, características de pasta y textura de pellets (*snacks* de tercera generación) producidos a partir de trigo y maíz. **Alimentaria**, Madrid, v. 279, p. 93-98, 1997.
- SCHMIELE, M. **Caracterização das Frações com Diferentes Granulometrias de Milho Dentado e Duro e Avaliação na Qualidade de Extrudados Expandidos**. 2009. 259 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- SILVA, A. F.; MARSAIOLI JUNIOR, A. Atividade de água em amêndoas de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) secas por microondas e convencionalmente. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 23-32, 2003.
- SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Extrusão de misturas de castanha do Brasil com mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 1-11, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000200029>
- STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practies**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1993. 338 p.
- SWAISGOOD, H. E. Characteristics of milk. In: FENNEMA, O. R. (Ed). **Food Chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 841-878.
- TAKEUCHI, K. P.; SABADINI, E.; CUNHA, R. L. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção do leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 78-85, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000100013>
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Composition of Foods**. Washington: Agricultural Research Center Service, 1963. 190 p. (Agriculture handbook, n. 8).
- VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods**. 3. ed. Washington: Americam Public Health Association, 1992. 914 p.