

CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE FIBRAS ALIMENTARES QUANTO ÀS PROPRIEDADES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS PARA APLICAÇÃO EM BISCOITOS VISANDO A REDUÇÃO DE COLESTEROL

GIOVANNA R. **BAZO**¹; IZABELA D. **ALVIM**²; ELIZABETH H. **NABESHIMA**²;
FERNANDA Z. **VISSOTO**²; CRISTIANE R. G. **RUFFI**³

Nº 12222

RESUMO

Atualmente, as fibras alimentares têm ocupado uma posição de destaque devido à ação benéfica de seus componentes no organismo e à relação entre o seu consumo em quantidade adequada e a prevenção de doenças. O objetivo deste trabalho foi estudar diferentes fontes de fibras alimentares, avaliando-as quanto às suas propriedades físicas e físico-químicas, e selecionar essas fibras de acordo com suas propriedades indicadas para aplicação em biscoitos, visando a redução de colesterol. Dentre as fibras estudadas, foram selecionados 8 tipos de fibras, com características solúveis e insolúveis, e analisadas quanto às propriedades de: teor de umidade, atividade de água, índice de solubilidade em água, índice de absorção de água, molhabilidade, densidade aparente e tamanho de partícula. De acordo com os resultados obtidos e com base nas características relacionadas à hipocolesterolemia, como solubilidade e tendência à formação de gel, as 3 fibras selecionadas para aplicação em biscoitos, visando a redução do colesterol foram: a fibra de laranja, por apresentar caráter viscoso, aspecto de gel e também fração solúvel e insolúvel em proporções equivalentes; a oligofrutose, por ser a mais solúvel dentre as amostras e por apresentar propriedades funcionais comprovadas em literatura; e a fibra de aveia 2, por se apresentar como a fibra mais insolúvel e purificada nessa fração, além de possuir propriedades funcionais citadas em literatura científica.

¹ Bolsista CNPq; Graduação em Eng. de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP, gi.rios91@gmail.com.

² Colaboradoras: Pesquisadoras, CEREAL - CHOCOTEC/ITAL, Campinas-SP.

³ Orientadora: Pesquisadora, CEREAL - CHOCOTEC/ITAL, Campinas-SP.

ABSTRACT

Dietary fiber occupies nowadays a prominent position due to the beneficial action of its components in the body and also due to the relationship between the consumption of its adequate amount and disease prevention. The objective of this study was to investigate different sources of dietary fiber, evaluating them as to their physical and physico-chemical properties, and select these fibers according to their properties indicated for their use in biscuits, aimed at cholesterol lowering. Among the fibers studied, eight types of fiber were selected with soluble and insoluble characteristics, and analyzed for the following properties: moisture content, content of water activity, water solubility index, water absorption index, wettability, apparent density and average diameter. According to the results and based on the characteristics relating to cholesterol lowering in order to reduce cholesterol, solubility and tendency to gel formation, the three fibers chosen for being used in the biscuits were orange fiber, due to its viscous nature, appearance of gel as well as soluble and insoluble fractions in equivalent proportions, oligofructose being the most soluble among the samples and for presenting functional properties proven in literature; and oat fiber 2 by presenting itself as the most insoluble fiber of all three and purified in this fraction, also having functional properties listed in scientific literature.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, as indústrias de alimentos têm grandes expectativas de que seus produtos atendam à demanda dos consumidores por um estilo de vida mais saudável. Neste contexto, o alimento funcional desempenha um papel específico. Estes alimentos não visam somente satisfazer a fome ou prover os nutrientes necessários, mas também prevenir doenças relacionadas à nutrição e aumentar o bem-estar físico e mental destes consumidores (MENRAD, 2003).

Uma das principais causas das doenças coronárias são os altos níveis de colesterol e triglicerídeos séricos, ou seja, hipercolesterolemia e hipertrigliceremia, respectivamente. A ingestão de fibras alimentares, encontradas principalmente em cereais, leguminosas e frutas, pode ser um meio para prevenção dessas doenças (FIETZ; SALGADO, 1999). Desse modo, torna-se interessante a incorporação de fibras em alimentos bastante consumidos pela população, como é o caso dos biscoitos.

Quanto às propriedades físico-químicas, a fibra alimentar pode ser composta por uma fração insolúvel e outra solúvel em água (SANTOS, 2006). As fibras solúveis

e insolúveis têm apresentado, quando ingeridas, efeitos fisiológicos diferenciados que podem contribuir de forma significativa na prevenção de doenças (EUFRÁSIO,2009).

O efeito hipocolesterolêmico das fibras é atribuído à sua fração solúvel, porém, a taxa de redução do colesterol pode variar com o tipo e a quantidade de fibra solúvel consumida (EUFRÁSIO, 2009). Quanto às fibras insolúveis, é sugerido que tais fibras também atuem na redução do colesterol. Contudo, tal efeito é relativamente baixo ao ser comparado à ação das fibras solúveis (ZACHERL *et al.*, 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

Matérias-primas

Foram utilizadas as seguintes fibras: fibra de milho: *Promitor* SCF 85, fabricante Tate & Lyle; polidextrose: *Litesse*, fabricante Danisco Brasil Ltda.; oligofrutose: *Orafti* P 95, fabricante Beneo Orafti (Bélgica); fibra de laranja: *CitriFi* 100 GR, fabricante Fiberstar (Estados Unidos); fibra de trigo: *JustFiber* WWF 200, fabricante MasterSense; fibra de aveia 1: *JustFiber* OF 200 N Natural Oat Fiber, fabricante MasterSense; fibra de aveia 2: *Vitacel Oat Fibre* HF 600, fabricante J. Rettenmaier & Söhne; inulina: *Orafti* GR, fabricante Beneo Orafti.

Teor de umidade

O teor de umidade das fibras foi obtido através do método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram colocados 2,0 g de amostra em placa de petri previamente tarada e pesada, que logo após foi levada à estufa, a 105 °C, até que o conjunto placa – amostra atingisse peso constante. As determinações foram feitas em triplicata.

Atividade de água

A análise de atividade de água foi medida diretamente em higrômetro marca AquaLab modelo 4TEV, à temperatura constante (25 °C). As fibras foram utilizadas puras, e realizou-se a análise em triplicata.

Índice de Absorção de Água (IAA) e Índice de Solubilidade em Água (ISA)

As determinações de Índice de Absorção de Água e Índice de Solubilidade em Água seguiram a metodologia descrita por Santana (2005). Em tubos de centrífuga de 50 mL (tipo falcon, pesados previamente) foi pesado um grama de fibra (massa de fibra inicial), as quais foram suspensas em 25 mL de água destilada e submetidas à agitação por 30 minutos, sendo posteriormente centrifugadas a 2500 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi transferido para uma placa de petri de peso conhecido e o tubo contendo o resíduo foi pesado (massa de fibra hidratada). As placas de petri

com sobrenadante foram colocadas na estufa por aproximadamente 15 horas, resfriadas e pesadas (resíduo solúvel desidratado). As determinações foram feitas em triplicata.

Molhabilidade

Esta propriedade foi medida adaptando-se a metodologia descrita por HLA e Hogekamp (1999). O método consiste na queda de 2,0 g de amostra, a partir de um equipamento de acrílico, sobre 400 mL de água destilada a 25 °C, em bquer de 600 mL, e medição do tempo necessário para que todas as partículas molhassem, determinado visualmente. As determinações foram realizadas em triplicata.

Densidade aparente

A densidade aparente foi determinada através da medida do volume ocupado por 2,0 g de amostra, em proveta de 10 mL. Antes da leitura do volume, a proveta contendo a amostra foi batida (30 vezes) sobre uma superfície protegida por uma espuma, para acomodação da amostra. As leituras foram feitas em triplicata (UCLÉS SANTOS, 2006, com adaptações).

Tamanho de partícula

O diâmetro médio das amostras foi analisadas por espalhamento de luz, utilizando-se o aparelho Horiba – L950. Foi utilizado o módulo do equipamento apropriado para amostras desidratadas, sem adição de dispersante. Uma quantidade de amostra suficiente para atingir os índices de transmitância adequados para a realização das leituras (indicados pelo equipamento) foi adicionada ao alimentador, que em seguida foi acionado, conduzindo assim a amostra até a câmara de leitura. As análises ocorreram em triplicata (ALVIM, 2006).

Delineamento Experimental

Para o tratamento estatístico dos resultados, utilizou-se o Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para comparação de médias, através do programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de umidade

Os resultados do teor de umidade das fibras são, em porcentagem para as fibras, são apresentados na Tabela 1 e na Figura 1. Os teores de umidade variaram de 1,774% a 8,555%, sendo o valor mais baixo correspondente à oligofrutose, e o mais alto à fibra de aveia 2. Segundo Larrauri (1999), uma das principais características de fibra como produto comercializável é apresentar conteúdo de umidade abaixo de 9%.

Todas as fibras analisadas encontram-se abaixo de tal valor, sendo assim aptas à comercialização.

Atividade de água

Na Tabela 1 e na Figura 2 estão representados os resultados para a análise de atividade de água realizada com as fibras, à temperatura de 25 °C. Os resultados mostram um valor mínimo de atividade de água de 0,1402, obtido pela inulina, e um valor máximo de 0,5705, obtido pela fibra de aveia 1. Ainda, observou-se que todas as fibras apresentaram valores de A_w abaixo de 0,6, o que garante a estabilidade microbiológica dos produtos. Os substratos com atividade de água inferior a 0,6 estão assegurados quanto à contaminação microbiana. Já a partir de atividade de água de 0,65, começa a ocorrer a proliferação de microrganismos específicos (UFSM, 2010).

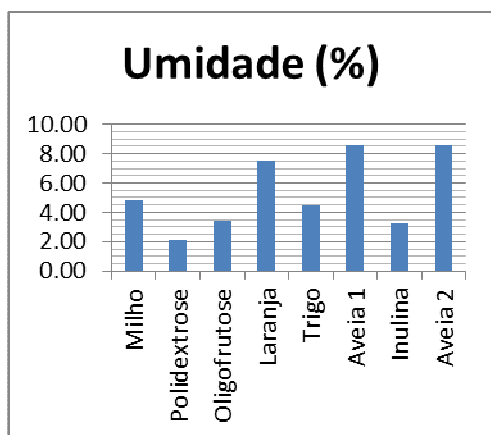


FIGURA 1. Teor de umidade para amostras de fibra (%)

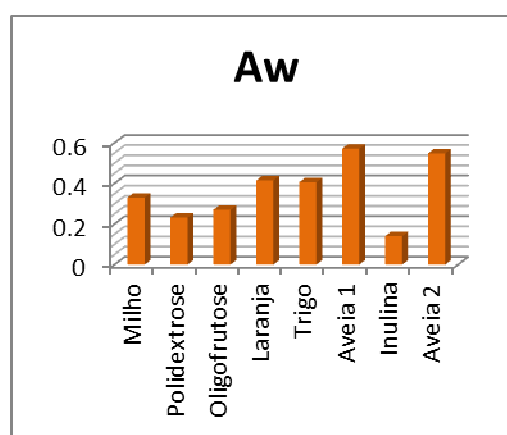


FIGURA 2. Valores de atividade de água para amostras de fibra (A_w)

TABELA 1. Resultados para análises de teor de umidade e atividade de água e para análises de Índice de Absorção de Água e Índice de Solubilidade em Água

| Análises | | | | |
|--------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Fibras | Umidade (%) | Atividade de Água | IAA (g água/g amostra) | ISA (%) |
| Milho | 4,78 ± 0,16 ^c | 0,3302 ± 0,001 ^d | 0,22 ± 0,25 ^e | 82,31 ± 0,17 ^a |
| Polidextrose | 2,08 ± 0,07 ^e | 0,2320 ± 0,004 ^f | 0,20 ± 0,12 ^e | 86,17 ± 0,09 ^a |
| Oligofrutose | 3,43 ± 0,17 ^d | 0,2693 ± 0,01 ^e | 0,04 ± 0,02 ^e | 95,07 ± 0,01 ^a |
| Laranja | 7,54 ± 0,02 ^b | 0,4145 ± 0,003 ^c | 5,82 ± 0,35 ^a | 5,59 ± 0,07 ^c |
| Trigo | 4,48 ± 0,33 ^c | 0,4055 ± 0,009 ^c | 4,73 ± 0,10 ^b | 2,06 ± 0,00 ^c |
| Aveia 1 | 8,55 ± 0,21 ^a | 0,5705 ± 0,006 ^a | 3,28 ± 0,07 ^c | 2,50 ± 0,00 ^c |
| Inulina | 3,23 ± 0,13 ^d | 0,1402 ± 0,002 ^g | 1,13 ± 0,06 ^d | 4,68 ± 0,05 ^b |
| Aveia 2 | 8,56 ± 0,07 ^a | 0,5477 ± 0,009 ^b | 4,92 ± 0,15 ^b | 1,46 ± 0,00 ^c |

Médias com letras minúsculas iguais em uma mesma coluna não diferem significativamente entre si para $p < 0,05$.

Índice de Absorção de Água (IAA) e Índice de Solubilidade em Água (ISA)

Os resultados da análise de índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA), são apresentados na Tabela 1 e nas Figuras 3. e 4. Ao analisarem-se os resultados de IAA e ISA para as fibras desse estudo, observou-se uma relação inversamente proporcional entre tais parâmetros. Pode-se sugerir que isso acontece pelo fato de que baixos valores de IAA podem significar que as fibras não formaram precipitado, ficando na fração solúvel do sistema. O precipitado, segundo a metodologia seguida para a análise, é utilizado para determinar o IAA. No caso desse estudo, esse precipitado está relacionado a frações insolúveis ou mais pesadas. Ainda, permanecendo as fibras na fração solúvel do sistema, pode-se sugerir que isso levou a um alto ISA. Nesse estudo, o mesmo raciocínio seguiria para altos valores de IAA e baixos valores de ISA. Fibras de origem de frutas costumam apresentar valores de IAA maiores devido à presença de pectinas e outros hidrocolóides. Leoro (2007) encontrou um índice de absorção de água para farelo de maracujá de 14,38 g de água/g de amostra. Já Santana (2005) caracterizou diversas amostras de fibras oriundas de laranja e maracujá, obtendo valores de IAA entre 8,5 a 33,3 g de água/g de amostra. O resultado obtido para IAA da fibra de laranja corresponde a essa teoria, uma vez que obteve o maior índice dentre todas as amostras analisadas. Com relação ao ISA, as fibras analisadas apresentaram resultados amplamente variados, com valores muito baixos, como no caso da fibra de aveia 2, até valores elevados, como para a oligofrutose, conforme pode ser visto na Tabela 1 e na Figura 4.

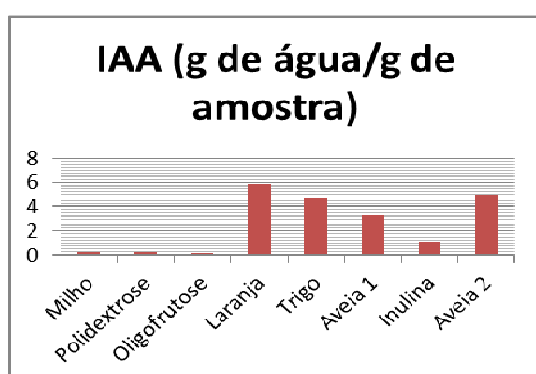


FIGURA 3. Valores de índice de absorção de água (IAA) para amostras de fibras

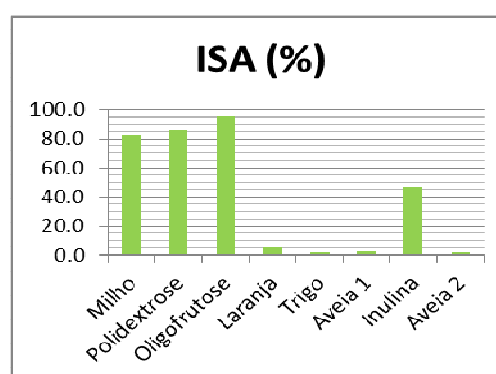


FIGURA 4. Valores de índice de solubilidade em água (ISA) para amostras de fibras (%)

Molhabilidade

Os resultados para análise de molhabilidade, em minutos, encontram-se na Tabela 2 e na Figura 5. As fibras de milho, povidexrose, oligofrutose e inulina são

consideradas instantâneas, ou seja, seus tempos de molhabilidade tendem a zero. Já as fibras de aveia 1 e 2, de trigo e de laranja são consideradas não instantâneas, com tempos de molhabilidade de 6, 3, 4 e 19 minutos, respectivamente.

TABELA 2. Resultados das análises molhabilidade, densidade aparente e diâmetro médio

| Fibras | Análises | | |
|--------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Molhabilidade (min) | Densidade Aparente (g/ml) | Diâmetro Médio (µm) |
| Milho | 0,00 ± 0,00 ^e | 0,640 ± 0,011 ^c | 40,21 ± 0,81 ^e |
| Polidextrose | 0,00 ± 0,00 ^e | 0,835 ± 0,001 ^a | 166,92 ± 2,54 ^a |
| Oligofrutose | 0,00 ± 0,00 ^e | 0,667 ± 0,011 ^b | 122,71 ± 3,12 ^b |
| Laranja | 19,17 ± 1,04 ^d | 0,614 ± 0,011 ^d | 51,73 ± 3,14 ^d |
| Trigo | 04,02 ± 0,05 ^b | 0,393 ± 0,008 ^f | 46,66 ± 4,75 ^{d,e} |
| Aveia 1 | 03,01 ± 0,03 ^c | 0,518 ± 0,008 ^e | 84,64 ± 2,44 ^c |
| Inulina | 0,018 ± 0,00 ^e | 0,632 ± 0,012 ^{cd} | 128,65 ± 1,76 ^b |
| Aveia 2 | 06,00 ± 0,00 ^a | 0,395 ± 0,005 ^f | 47,4 ± 0,63 ^{d,e} |

Médias com letras minúsculas iguais em uma mesma coluna não diferem significativamente entre si para $p < 0,05$.

Densidade Aparente

A Tabela 2 e a Figura 6 apresentam os resultados para a análise de densidade aparente, medida em g/mL, das fibras. O menor valor de densidade aparente encontrado foi de 0,393 g/mL para a fibra de trigo, e o maior, 0,835 para a polidextrose. Parrot e Thrall (1978) encontraram os valores de 0,509 g/mL e 0,807 g/mL para as densidades aparentes de farelo de trigo e celulose microcristalina, respectivamente. Uclés Santos (2006) encontrou os valores de 0,36 g/mL para isolado proteico de soja e 0,75 g/mL para polidextrose.

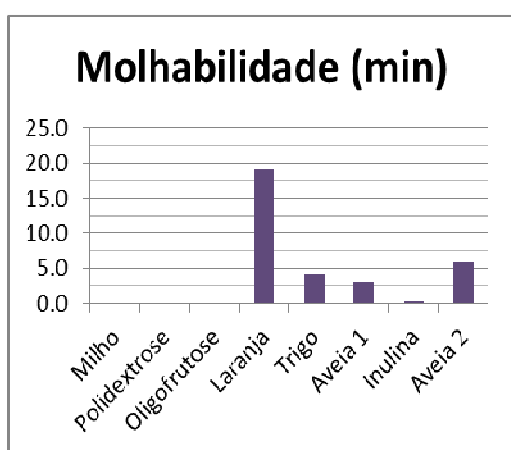


FIGURA 5. Determinações de tempos de molhabilidade em minutos para amostras de fibra

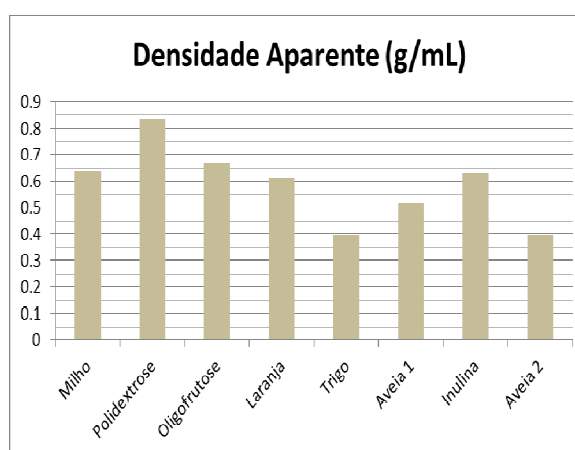


FIGURA 6. Determinação de densidade aparente para amostras de fibra (g/mL)

Tamanho de Partícula

Os diâmetros médios das amostras avaliadas variaram entre 40,21 e 166,92 μm , como se pode verificar na Tabela 2. As amostras mais polidispersas foram aquelas contendo frações solúveis e insolúveis de fibra (fibra de aveia 1 e 2, fibra de laranja e fibra de trigo). As amostras de fibra altamente solúveis (polidextrose, oligofrutose, inulina e fibra de milho) tenderam a ser mais homogêneas quanto ao tamanho de suas partículas, apresentando distribuições normais características, e *spans* bem menores que as demais. Segundo Leoro (2007), 62% das partículas de farelo de maracujá apresentaram granulometria entre 250 e 840 μm , podendo então ser consideradas partículas grandes. Por outro lado, 25,5% das partículas apresentaram granulometria menor que 177 μm , sendo então consideradas partículas de pequeno tamanho. Já Santana (2005) observou que fibras desidratadas por liofilização de albedo de laranja tiveram maiores concentrações de partículas com granulometria de 300 μm , enquanto albedo de maracujá obteve partículas com tamanhos acima de 300 μm . Como o maior resultado encontrado para as fibras analisadas foi de 164,2 μm , pode-se considerar que suas partículas também são de pequenos tamanhos.

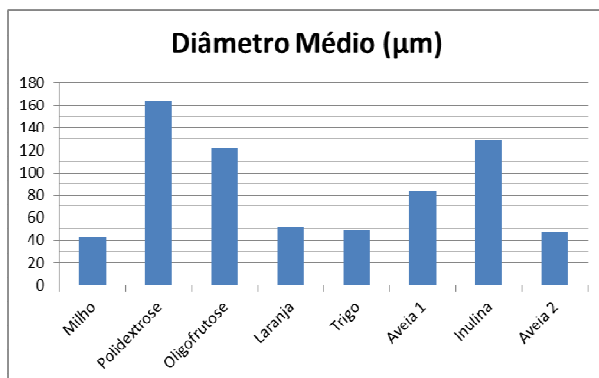


FIGURA 7. Determinações dos diâmetros médios (μm) para amostras de fibra

CONCLUSÃO

Em atendimento aos requisitos da categoria de fibra com elevada fração solúvel, a fibra oligofrutose foi selecionada dentre as demais. Na categoria de fibra com elevada fração insolúvel, a fibra de aveia 2 foi a selecionada, assim como a fibra de laranja para a categoria intermediária de fração solúvel e insolúvel. Essas três fibras alimentares, dentre os 8 tipos de fibras avaliadas, foram escolhidas de acordo

com os resultados obtidos e levando-se em consideração as propriedades relacionadas à redução do colesterol, como por exemplo, a solubilidade e a formação de gel.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – PIBIC, pela bolsa concedida.

Ao CEREAL – CHOCOTEC/ITAL, pela oportunidade de estágio.

REFERÊNCIAS

ALVIM, I. D. **Produção e caracterização de micropartículas obtidas por spray drying e coacervação complexa e seu uso para alimentação de larvas de peixes.** Campinas, SP: [s.n.], 2006.

ALVIM, I. D.; GROSSO, CARLOS RAIMUNDO FERREIRA. Microparticles obtained by complex coacervation: influence of the type of reticulation and the drying process on the release of the core material. **Ciência e Tecnologia de Alimentos (impresso)**, v. 30, p. 1069-1076, 2010.

EUFRÁSIO, M.R. Efeito de diferentes tipos de fibras sobre frações lipídicas do sangue e fígado de ratos wistar. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, 2009.

FIETZ, V.; SALGADO, J.M. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. **Ciência & Tecnologia de Alimentos**, v. 19, 318-321, 1999.

HLA, P.K.; HOGEKAMP, S. Wetting behavior of instanized cocoa beverage powders. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 34, n. 4, p. 335-342, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 4 ed, São Paulo: IMESP, 2008. p. 21-22.

LARRAURI, J.A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. **Food Science & Technology**. v.10, p.3-8, 1999.

LEORO, M. G. V. **Desenvolvimento de Cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá.** Campinas, SP:[s.n.], 2007.

MENRAD, K.; Market and marketing of functional food in Europe. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 181-188, 2003.

PARROT, M.E.; THRALL, B.E. 1978. Functional properties of various fibers: physical properties. **J. Food Sci.** 43: 759.



SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá.** Campinas, SP, Unicamp, p.188, Tese, 2005.

SANTOS, J.R.U. **Desenvolvimento de Pão de Queijo Funcional pela Incorporação de Isolado Protéico de Soja e Polidextrose**, 2006. 279 p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Capinas, 2006.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics.** Cary, USA, 1993.

UCLÉS SANTOS, JOSÉ RICARDO. **Desenvolvimento de pão de queijo funcional pela incorporação de isolado protéico de soja e polidextrose.** Campinas, SP: [s.n.], 2006.

UFSM. Laboratório de Análises micotoxicológicas, 2010. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em <http://www.lamic.ufsm.br/info_aw>. Acesso em 13/02/2012.

ZACHERL, C.; EISNER, P.; ENGEL, K.H.; In vitro model to correlate viscosity and bile acid-binding capacity of digested water-soluble and insoluble dietary fibres. **Food Chemistry**, 126(2011): 423-428, 2011.