



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DE FIBRAS ALIMENTARES NAS PROPRIEDADES
FÍSICAS E NUTRICIONAIS DE BISCOITOS**

Jéssica **Grigoletto**^{1a}; Vera Sonia Nunes da **Silva**^{3c}; Sueli Regina **Baggio**^{3c}; Rita de Cássia S. C. **Ormenese**^{3c}; Cristiane Rodrigues **Gomes Ruffi**^{2b}

¹ Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp; ² Instituto de Tecnologia de Alimentos, Cereal Chocotec; ³ Instituto de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos

Nº 13214

RESUMO – As fibras alimentares revelam-se como um ingrediente importante para a incorporação em alimentos, devido aos diversos efeitos benéficos que promovem à saúde, tais como regulação do tempo de trânsito intestinal e no nível de glicose do sangue, poder de saciedade e redução do colesterol sanguíneo. Considerando sua importância econômica (Brasil é o 2º maior produtor mundial de biscoitos) e sua ampla aceitabilidade, este trabalho teve por objetivo estudar a incorporação de fibras alimentares em biscoito tipo moldado doce e seus efeitos nas propriedades físicas e nutricionais, visando benefícios à saúde. Realizou-se um planejamento experimental de mistura para as fibras de aveia, fibra de laranja e oligofrutose, dos quais os ensaios 1 (100% fibra de aveia) e 5 (50% fibra de aveia e 50% fibra de laranja) apresentaram os melhores resultados de Índice de Absorção de Água (IAA) e digestibilidade *in vitro*, relacionados à redução de colesterol, sendo os escolhidos para aplicação em biscoitos. A substituição parcial da farinha por fibras alimentares não interferiu na qualidade tecnológica dos biscoitos produzidos. E, de acordo com a legislação brasileira, todos os biscoitos produzidos foram considerados “fonte de proteína”, sendo que o biscoito com fibra de aveia (Ensaio 1) também foi considerado “fonte de fibras” e o biscoito contendo as fibras de aveia e de laranja (Ensaio 5), “alto teor de fibras”.

Palavras-chaves: Biscoito doce, fibra de aveia, fibra de laranja, oligofrutose, colesterol.

^a Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia de Alimentos/ UNICAMP, ✉ jessicagrigoletto@yahoo.com.br,

^b Orientador ✉ cris@ital.sp.gov.br

^c Colaborador



ABSTRACT- *Dietary fibers are shown as an important ingredient for incorporation into foods, due to the various benefits that promotes to health, such as regulation of intestinal transit time and blood glucose level, empower satiety and blood cholesterol reduction. Considering its economic importance (Brazil is the 2nd world largest producer of biscuits) and its wide acceptability, this work aimed to study the incorporation of dietary fiber in sweet biscuit molded type and their effects on physical and nutritional properties in order to give health benefits. An experimental design was made for the fibers oat fiber, orange fiber and oligofructose, in wich assays 1 (100% oat fiber) and 5 (50% fiber and 50% oat fiber orange) showed the best results for Water Absorption Index (IAA) and in vitro digestibility, related to cholesterol reduction, being these chosen for use in biscuits. The partial substitution of flour by dietary fiber had no effect on technological quality of biscuits manufactured. And, according to Brazilian legislation, all biscuits produced were considered "source of protein", and the biscuit with oat fiber (Assay 1) was also considered "source of fiber" and the cookie containing oat and orange fiber (Assay 5), "high fiber" content.*

Key-words: Sweet biscuits, oat fiber, orange fiber, oligofructose, cholesterol.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento do consumo de alimentos industrializados por parte das populações dos grandes centros urbanos, percebeu-se um aumento na incidência de doenças crônicas, tais como diabetes, doenças cardiovasculares, hipercolesterolemia e obesidade, pelo fato de a alimentação estar baseada em alimentos ricos em gorduras e açúcares e pobre em fibra alimentar (PEREZ; GERMANI, 2007). A ingestão de fibras alimentares traz diversos benefícios à saúde, entre eles estão a redução do colesterol sanguíneo, a regulação do nível de glicose no sangue e no tempo de trânsito intestinal, o alto poder de saciedade além dos efeitos anticarcinogênicos. Devido a tais benefícios, as fibras alimentares são consideradas promotoras de saúde e componentes alimentares de grande valor. Com isso, a indústria alimentícia passou a buscar o desenvolvimento de novos produtos enriquecidos com fibra, as quais podem ser solúveis ou insolúveis e sua atuação no organismo difere para cada tipo (BUENO, 2005; SAYDELLES *et al.*, 2010; ZACHERL *et al.*, 2011). A suplementação dos biscoitos com fibras torna-se altamente atrativa, por serem acessíveis e amplamente consumidos por todas as faixas etárias e classes sociais, além do aumento da demanda por produtos saudáveis. Economicamente, a suplementação dos biscoitos se justifica uma vez que a produção brasileira foi de 1.250 milhões de toneladas em 2012, fazendo do Brasil o 2º maior produtor mundial neste segmento (ANIB, 2013). No entanto, essas vantagens só serão obtidas se a incorporação de farinhas mistas ou de matérias-primas substitutas à farinha de trigo, como as fibras alimentares, mantiverem a qualidade tecnológica dos biscoitos (BUENO,



2005; PEREZ; GERMANI, 2007). Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo, estudar a incorporação de fibras alimentares em biscoitos moldados doces a fim de se avaliar os efeitos nas propriedades físicas e nutricionais, visando benefícios à saúde.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matérias-primas

Orafti P 95 (oligofrutose - FOS) - Beneo Orafti/Clariant; *CitriFi* 100 FG (fibra de laranja) - Fiberstar/General Ingredients; *OatWell* (fibra de aveia) - CreaNutrition; Gordura de palma - Agropalma; Lecitina de soja - Solae; Bicarbonato de sódio, Bicarbonato de amônio e Pirofosfato ácido de sódio (SAPP) Plury Química; Farina de trigo - Bunge; Açúcar invertido - Dulcini ; Açúcar refinado - União e Sal – Cisne.

2.2 Planejamento experimental

As fibras alimentares foram avaliadas segundo um planejamento simplex-centroide para três componentes com variáveis codificadas (CALADO, MONTGOMERY, 2003), Tabela 1.

Tabela 1. Planejamento simplex-centroide para 3 componentes codificado*

Ensaio	Fibra de aveia	FOS	Fibra de laranja
1	1,00	0,00	0,00
2	0,00	1,00	0,00
3	0,00	0,00	1,00
4	0,50	0,50	0,00
5	0,50	0,00	0,50
6	0,00	0,50	0,50
7	0,33	0,33	0,33
8	0,33	0,33	0,33
9	0,33	0,33	0,33

*O planejamento experimental e a análise dos resultados foram feitos através do programa Statistica® versão 5.5 (STATSOFT INC., 1995) utilizando o módulo Mixture Designs and Triangular Surfaces.

2.3 Caracterização das fibras alimentares: análises físicas, físico-químicas e reológicas

Nas fibras alimentares, seguindo-se os ensaios do planejamento, foram realizadas as determinações de Índice de Absorção de Água (IAA) e Índice de Solubilidade em Água (ISA) seguindo-se a metodologia descrita em Santana (2005), com algumas adaptações; e a análise de digestibilidade *in vitro* através da metodologia descrita em ZACHERL *et al.*(2011) que contempla três etapas: digestibilidade *in vitro* da fibra alimentar; determinação da viscosidade; e determinação da capacidade de interação da fibra alimentar com os ácidos biliares. Essa análise foi realizada pelo Instituto Fraunhofer (IVV) em parceria com o Cereal Chocotec/ITAL.

2.4 Processamento dos biscoitos adicionados de fibra



2.4.1 Processamento dos biscoitos

Os biscoitos foram produzidos na planta-piloto de Desenvolvimento de Biscoitos (Cereal Chocotec/ITAL, Campinas, Brasil), de acordo com o método de duas fases de formação de creme (MANLEY, 1983). Os biscoitos foram produzidos com substituição de 15% da farinha pela mistura de fibras. O creme foi formado na batedeira planetária (KitchenAid, modelo K5SS) pela mistura da gordura, dos açúcares invertido e refinado, e da lecitina de soja. Em seguida, fez-se a mistura de todos os ingredientes em pó (farinha, fibras e fermentos) e adição da água, obtendo-se a massa, que foi laminada e cortada em moldes circulares e os biscoitos forneados a 170°C/7min.

2.4.2 Caracterização física, química e nutricional dos biscoitos

A atividade de água foi medida diretamente em higrômetro marca AquaLab modelo 4tev, à temperatura constante (25 °C) (n=3). O Volume específico (n=3) seguiu a metodologia descrita em PIZZINATTO (1993). A firmeza instrumental foi realizada em texturômetro TA-XT2i, utilizando probe 3-Point Bending Rig (HDP/3PB) e plataforma HDP/90 (STABLE MICRO SYSTEMS, 1997). As determinações de fibras e proteínas seguiram as metodologias: fibra alimentar total - AOAC 985.29 (PROSKY *et al.* (1984)), fibras solúveis e insolúveis - método AOAC 991.43 (PROSKY *et al.* (1992)), proteína - AOAC 945.39, todas descritas em HORWITZ *et al.* (2005).

2.4.3 Análise estatística

Os resultados do planejamento experimental foram analisados pelo programa Statistica® versão 5.5 (STATSOFT INC., 1995), módulo Mixture Designs and Triangular Surfaces. A comparação de médias utilizou o Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) através do programa SAS (SAS, 1993).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados de IAA, ISA e digestibilidade *in vitro*

Os resultados das análises de IAA, ISA e digestibilidade *in vitro* feitas para os ensaios gerados no planejamento experimental encontram-se na Tabela 2.

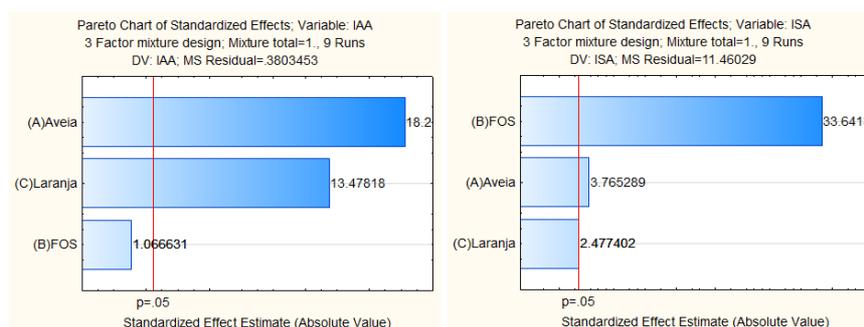
Tabela 2. Resultados de IAA, ISA e digestibilidade *in vitro* para os ensaios do planejamento experimental

Ensaio	IAA	ISA (%)	Interação com os ácidos biliares (%)	Viscosidade (mPa.s)	
				Taxa de cisalhamento 10 s ⁻¹	100 s ⁻¹
1	8,81 ± 0,50	11,19 ± 0,01	29	15,13	10,51
2	0,04 ± 0,02	95,07 ± 0,01	<1	0,88	1,58
3	5,82 ± 0,35	5,59 ± 0,01	12	2,60	2,99
4	4,38 ± 0,19	46,17 ± 0,00	20	2,96	3,48
5	8,18 ± 0,11	13,40 ± 0,00	25	5,48	5,71
6	4,49 ± 0,08	48,62 ± 0,00	7	1,94	2,25
7	5,69 ± 0,12	34,86 ± 0,01	16	3,08	3,42
8	5,47 ± 0,11	36,47 ± 0,01	-	-	-
9	5,78 ± 0,10	33,80 ± 0,00	-	-	-



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

O IAA apresentou um valor mínimo de 0,04 para o FOS (ensaio 2) e um valor máximo de 8,81 para a fibra de aveia (ensaio 1), Tabela 2. Como pode ser observado na Figura 1A, as fibras de aveia e de laranja contribuíram para o aumento do IAA. Entre as misturas de fibras, os ensaios com maior teor de FOS (ensaios 4 e 6) apresentaram os menores IAA, o que corroborou com as informações apresentadas na Figura 1A. Quanto ao ISA, o FOS apresentou maior influência para o aumento desse índice 95,07 % (ensaio 2, Tabela 2), seguido discretamente pela fibra de aveia como pode ser observado na Figura 1B.

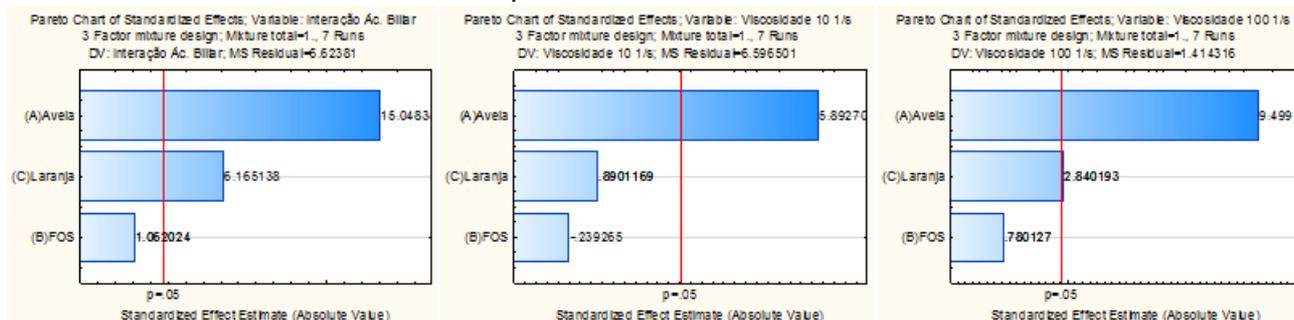


A – Gráfico de pareto – IAA

B – Gráfico de pareto - ISA

Figura 1. Análise estatística do planejamento de misturas – Respostas: IAA e ISA

Como pode ser observado na Tabela 2 e na Figura 2 A, as fibras de aveia e de laranja influenciaram a interação com o ácido biliar, onde os ensaios 1 e 5 apresentaram os maiores resultados. Quanto à viscosidade, o maior valor obtido se refere à fibra de aveia (ensaio 1) e o menor se refere ao FOS (ensaio 2), confirmando as respostas obtidas para IAA, onde a fibra de aveia apresentou a maior capacidade de absorver água e o FOS a menor. Para uma taxa de cisalhamento de 10 s^{-1} , apenas a fibra de aveia teve influência na viscosidade (Figura 2 B). Já para uma taxa de cisalhamento de 100 s^{-1} , observou-se uma influência não somente da fibra de aveia, como também da fibra de laranja, porém esta foi mínima (Figura 2 C). Nota-se, que o ensaio 5, contendo uma mistura das fibras de aveia e laranja, apresentou um aumento na viscosidade ao se elevar a taxa de cisalhamento de 10 s^{-1} para 100 s^{-1} .



A – Interação com o ácido biliar

B – Taxa de cisalhamento 10 s^{-1}

C – Taxa de cisalhamento 100 s^{-1}

Figura 2. Análise estatística - Gráfico de pareto: Interação com o ácido biliar e viscosidade



3.2 Análises físicas e físico-químicas

Na Tabela 3 encontram-se os resultados de Atividade de Água, Volume Específico (Vol. Esp.), Firmeza, Fibra Total, Fibra Solúvel e Insolúvel e Proteína, realizadas nos biscoitos produzidos.

Tabela 3. Resultados das análises físicas, físico-químicas e nutricionais para os biscoitos

Biscoito	Aw	Vol. Esp. (ml.g ⁻¹)	Firmeza (kg)	Fibra Total (%)	Fibra Sol. (%)	Fibra Insol. (%)	Proteína (%)
Controle	0,3633 ± 0,0004 ^a	1,88 ± 0,01 ^a	3,685 ± 0,746 ^a	2,46 ± 0,05 ^c	ND [†] <0,10 ^c	2,46 ± 0,05 ^c	6,54 ± 0,16 ^c
F. Aveia	0,2118 ± 0,0002 ^c	1,95 ± 0,00 ^a	3,325 ± 0,246 ^a	5,71 ± 0,14 ^b	0,47 ± 0,04 ^b	5,24 ± 0,10 ^a	7,69 ± 0,05 ^a
F. Aveia + F. Laranja	0,3299 ± 0,0005 ^b	1,82 ± 0,03 ^a	3,491 ± 0,864 ^a	9,44 ± 0,11 ^a	4,46 ± 0,05 ^a	4,98 ± 0,05 ^b	6,98 ± 0,06 ^b

Médias com letras minúsculas iguais em uma mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. *ND – não detectado.

Quanto à Aw, os biscoitos diferiram entre si, sendo que maiores teores de fibra, especialmente a de aveia, resultaram em menores valores de Aw (Tabela 3). De um modo geral, pode-se assegurar que eles estão microbiologicamente estáveis, pois a Aw foi inferior a 0,6 (UFMS, 2010).

Nota-se que os biscoitos não diferiram entre si, para os parâmetros volume específico e firmeza instrumental (Tabela 3). Esses resultados mostraram que a adição de fibra alimentar não interferiu na qualidade física dos biscoitos, sendo um resultado positivo, em especial para o atributo dureza, pois não é desejável um biscoito muito duro.

Com relação ao teor de fibra total, todos os biscoitos diferiram entre si, sendo que o valor mínimo de fibra foi o do controle (2,46%), correspondente à fibra proveniente da farinha de trigo utilizada na formulação, e o valor máximo foi de 9,44%, correspondente ao biscoito adicionado de fibra de aveia e fibra de laranja (Tabela 3), seguido do biscoito com fibra de aveia (5,71%). De acordo com a legislação brasileira (Portaria n° 27 de 13 de janeiro de 1998), o biscoito produzido com fibra de aveia pode ser classificado como fonte de fibras, já o biscoito produzido com fibra de aveia e fibra de laranja, pode ser classificado como alto teor de fibras (BRASIL, 1998).

Os biscoitos produzidos diferiram entre si para os teores de fibra solúvel e insolúvel. Nota-se que para o biscoito controle foi detectado o menor valor de fibra insolúvel (2,46%) e não foi detectada fibra solúvel. Assim, como toda a fibra contida no biscoito controle provém da farinha de trigo utilizada na formulação, esta fibra é fibra insolúvel.

O maior valor encontrado de fibra solúvel foi para o biscoito contendo fibra de aveia e fibra de laranja (4,46%) e de fibra insolúvel foi para o biscoito com fibra de aveia (5,24%), sendo esta constituída pela fibra insolúvel da farinha de trigo e a porção insolúvel que compõe a fibra de aveia.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Para a análise de proteínas, podemos observar que os valores encontrados para os biscoitos diferiram entre si (Tabela 3). Maiores valores (7,69% de proteína) foram encontrados para os biscoitos contendo apenas a fibra de aveia em estudo (Ensaio 1), uma vez que essa fibra possui em sua composição 20% de proteína.

Segundo a Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998, da ANVISA, um alimento é classificado como “*fonte de proteína*” se apresentar no mínimo 10% da ingestão diária recomendada (IDR) de referência por 100g (sólidos) (BRASIL, 1998). E, de acordo com a RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005, a IDR de proteína para adultos é de 50 g (BRASIL, 2005). Portanto, seguindo-se a legislação, todos os biscoitos produzidos nesse estudo foram considerados “*fonte de proteína*”.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados das análises de IAA, ISA e digestibilidade *in vitro* realizadas nos ensaios do planejamento experimental, os ensaios 1 (fibra de aveia) e 5 (fibra de aveia e de laranja) foram considerados os melhores para aplicação em biscoitos moldados, uma vez que apresentaram maior potencial de redução de colesterol, como por exemplo, a viscosidade e a formação de gel.

Pode-se concluir que a substituição parcial de 15% da farinha de trigo pelas misturas contendo as fibras alimentares de aveia e de laranja possibilitou a obtenção de biscoitos moldados tecnologicamente adequados, segundo os resultados de volume específico e firmeza instrumental, além de proporcionar incremento no teor de fibra e de proteína, consideradas importantes promotoras de saúde. E, de acordo com a legislação brasileira, todos os biscoitos produzidos foram considerados “*fonte de proteína*”, sendo que o biscoito com fibra de aveia (Ensaio 1) também foi considerado “*fonte de fibras*” e o biscoito contendo as fibras de aveia e de laranja (Ensaio 5), “*alto teor de fibras*”.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - PIBIC pela bolsa concedida; ao CEREAL CHOCOTEC/ITAL, pela oportunidade de estágio; e à Dra. Izabela Dutra Alvim pela colaboração fundamental durante a execução do projeto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANIB. Associação Nacional das Indústrias de Biscoitos. **Mercado – Dados Estatísticos**, 2013. Disponível em: <http://www.anib.com.br/dados_estatisticos.asp>. Acesso em: 07 jul 2013.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em 07 jul. 2013.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e sais minerais. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/269_05.htm>. Acesso em 07 jul. 2013.

BUENO, R.O.G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**, 2005. 103 p. Tese (Mestrado), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CALADO, V.; MONTGOMERY, D. Misturas. In: Calado, V.; Montgomery, D. **Planejamento de Experimentos usando o Statistica**. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2003. P. 159– 91.

HORWITZ, W.; LATIMER JR., GEORGE W. (Ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. 2005. Current Through Revision 3, 2010. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. Chapter. 32, met. 920.87, p.14.

HORWITZ, W.; LATIMER JR., GEORGE W. (Ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. 2005. Current Through Revision 3, 2010. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. chapter 45, met. 985.29, p. 101-102.

HORWITZ, W.; LATIMER JR., GEORGE W. (Ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. 2005. Current Through Revision 3, 2010. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. chapter 32, met. 991.43, p. 7-10.

MANLEY, D.J.R. **Technology of biscuits, crackers and cookies**. Ellis Horwood Ltd: Chichester, 1983.

PEREZ, P.M.P., GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 1, p.186-192, 2007.

PIZZINATTO, A.; MAGNO, C.P.R.S.; CAMPAGNOLLI, D.M.F., VITTI, P.; LEITÃO, R.F.F. **Avaliação tecnológica de produtos derivados de farinha de trigo (Pão, Macarrão, Biscoito)**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL, 41-54, 1993.

PROSKY, L.; ASP, N-G.; FURDA, I. ; DEVRIES, J. W.; SCHWEIZER, T.F. & HARLAND, B.F. Determination of total dietary fibers in foods, food products and total diets: interlaboratory study. **Journal of the Association Official Analytical Chemists**, Arlington, v. 67, n. 6, p.1044-1052, 1984.

PROSKY, L.; ASP, N-G.; SCHWEIZER, T.F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble and soluble dietary fibers in foods and food products. **Journal of the Association of Oficial Analytical Chemists International**, v.75, n.2; p.360-367, 1992.

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

SAYDELLES, B. M.; OLIVEIRA, V.R., VIERA, V. B., MARQUES, C. T., ROSA, C. S. Elaboração e análise sensorial de biscoito recheado enriquecido com fibras e com menor teor de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.3, p. 644-647, 2010.

STABLE MICRO SYSTEMS. User Manual. Texture Analyser TA-XT2i, Godalming, version 6.10 and 7.10. Fasdfafas: **Stable Micro Systems**, 1997.

STATISTICA for windows - Release 5.5. **StatSoft, Inc.** Tulsa, OK, USA, 1995.

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

UFSM. **Laboratório de Análises micotoxicológicas**, 2010. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em <http://www.lamic.ufsm.br/info_aw>. Acesso em 07 jul. 2013.

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.