



Caracterização de subprodutos oriundos do beneficiamento de soja visando aproveitamento na produção de enzimas lipolíticas

Jessica Tombini¹ Roberta Roncatti² Vanderlei Aparecido de Lima³
Mário Antônio Alves da Cunha⁴

07 abr. 2015

Resumo – A produção de soja tem grande relevância no cenário econômico nacional movimentando milhões de dólares e colocando o Brasil em segundo lugar no ranking mundial, com perspectivas de assumir a liderança no ano de 2015. A partir dos diferentes processos de industrialização da soja, são gerados grandes volumes de subprodutos, os quais devem ser adequadamente aproveitados. O presente trabalho teve como objetivo, avaliar os parâmetros de caracterização bromatológica dos subprodutos oriundos do processamento da soja (okara e farelo de soja) com o intuito de avaliar o potencial destes como substratos em fermentações sólidas, visando à obtenção de enzimas lipolíticas. Para esta avaliação, foram realizadas análises de umidade, resíduo mineral fixo, proteínas, fibra bruta, lipídeos, atividade de água, bem como, análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia de infravermelho (IF). O farelo de soja e o okara caracterizaram-se como biomassas com elevados conteúdos de proteínas e fibras e o okara apresentou elevados teores de lipídeos. A análise por microscopia eletrônica de varredura revelou que as amostras de farelo de soja e de okara apresentam partículas fragmentadas com dimensões e superfícies irregulares. Os espectros de infravermelho de ambas as amostras indicam a presença de grupos funcionais característicos de materiais proteicos e lipídicos. As características da composição química e morfologia das partículas das farinhas das biomassas avaliadas sugerem seu uso em potencial como substrato em fermentações submersas ou sólidas para produção de produtos de maior valor agregado, incluído a bioprodução de lipases.

Palavras-chave: farelo de soja. okara. resíduos agroindustriais. fermentação sólida.

1. INTRODUÇÃO

A produção agrícola e o beneficiamento agroindustrial da soja tem grande relevância no cenário econômico brasileiro, considerando o volume de produção e os diferentes produtos de elevado valor agregado obtidos

do grão. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com uma produção de 81 milhões de toneladas na safra 2012/2013 (CONAB, 2014) e estimativa de produção de 85 milhões de toneladas na safra 2013/2014 (SEAB, 2014).

A partir dos diferentes processos de industrialização

1 jetombini@gmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

2 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

3 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

4 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.



da soja são geradas grandes quantidades de subprodutos, sendo que alguns destes apresentam elevada qualidade nutricional e podem ser convertidos em produtos de maior valor agregado. Entre os subprodutos produzidos destacam-se o farelo de soja e a biomassa okara, os quais são gerados em grandes quantidades.

De acordo com a portaria nº 795 de 15/12/93 do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), o farelo de soja é a biomassa gerada no processo de extração do óleo dos grãos de soja (*Glicine Max* L. Merrill) por processo mecânico e/ou químico (BRASIL, 2014a). A produção de farelo na safra de 2012/2013 foi de 27,3 milhões de toneladas, e a estimativa de produção para a safra de 2013/2014 é de 28,1 milhões de toneladas (BRASIL, 2014b).

O aproveitamento tecnológico do farelo de soja tem sido descrito por diversos autores. Wang et al. (2014) descreveram a produção de um fertilizante solúvel em água e rico em aminoácidos a partir do farelo de soja, empregando fermentação sólida. Rigoli Ferraz et al. (2012) descreveram a produção e caracterização parcial de lipases multifuncionais, pelo fungo *Sporobolomices ruberrimus* utilizando farelo de soja e outros substratos agroindustriais em fermentações sólidas.

No processo de produção do extrato aquoso de soja (“leite de soja”), bem como na fabricação do queijo de soja (“tofu”), é originado um subproduto conhecido como okara (LI; QIAO; LU, 2012). Na produção de extrato aquoso de soja, o okara é obtido na etapa de filtração da soja semi-cozida e moída, sendo um material semissólido branco amarelado (O’TOOLE, 1999; LI, QIAO; LU, 2012). A reutilização deste subproduto é de extrema importância, já que o mesmo possui elevada carga orgânica e umidade (85%) e se descartado incorretamente, pode ocasionar problemas ambientais (REDONDO-CUENCA; VILLANUEVA-SUÁREZ; MATEOS-APARICIO, 2008).

O okara tem sido empregado na elaboração de produtos alimentícios e não alimentícios (LI; QIAO;

LU, 2012). Silva, (2010) descreve em seu trabalho o desenvolvimento de um pão acrescido deste subproduto e destaca que o produto apresentou características tecnológicas e sensoriais aceitáveis. Lu; Liu; Li, (2013) analisaram o conteúdo de fibra alimentar e o efeito hipoglicêmico de produtos de panificação enriquecidos com okara. Tais autores salientam o grande potencial de aproveitamento do okara pela indústria alimentícia.

O okara também vem sendo empregado em processos biotecnológicos para a produção de produtos não alimentícios. Slivinski et al. (2012) empregaram o okara como substrato em fermentação sólida para obtenção do biosurfactante surfactina.

O aumento do interesse pelo melhor aproveitamento de subprodutos agroindustriais tem contribuído para o desenvolvimento de novos processos para obtenção de produtos com maior valor agregado, como proteínas microbianas, ácidos orgânicos, enzimas e etanol, a partir de biomassas agroindustriais (SÁNCHEZ, 2009).

Na literatura não são relatados trabalhos recentes empregando o okara como substrato em fermentações sólidas ou submersas para obtenção de enzimas lipolíticas. No entanto, devido às suas características físico-químicas, incluindo elevados conteúdos de lipídeos, material proteico (fonte de nitrogênio) e mineral, tal biomassa pode ser um bom substrato para produção de lipases.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização de farinhas de farelo de soja e okara, visando suas potencialidades para uso como substrato em fermentações sólidas em bioprocessos para produção de lipases extracelulares por fungos filamentosos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Farelo de Soja, Okara e obtenção das farinhas

O farelo de soja foi adquirido por doação de uma companhia agroindustrial produtora de óleo de soja, localizada na cidade de Clevelândia, Paraná. O okara



foi obtido de agroindústria produtora de produto a base de extrato hidrossolúvel, localizada na cidade de Realeza, Paraná.

Os reagentes empregados nas determinações físico-químicas foram de grau analítico.

As biomassas de farelo de soja e okara foram desidratadas em estufa com recirculação de ar a 105 °C e trituradas em liquidificador doméstico (velocidade máxima) por 5 minutos para obtenção de farinhas, as quais foram caracterizadas por análises físico-químicas, microscopia eletrônica de varredura e por análise espectroscópica por infravermelho.

2.2. Análises físico-químicas

As amostras foram caracterizadas quanto os seguintes parâmetros físico-químicos: umidade, atividade de água, resíduo mineral fixo, lipídeos, proteínas e fibra bruta seguindo protocolos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A umidade foi determinada por gravimetria após secagem em estufa com circulação de ar a 105 °C até massa constante. O resíduo mineral fixo foi quantificado gravimetricamente após incineração das amostras em forno mufla a 550 °C.

Os teores de lipídeos totais foram determinados pelo método Soxhlet, através de extração da fração lipídica com solvente extrator (éter etílico) em equipamento do tipo Soxhlet (extração por refluxo). Após extração, o solvente foi evaporado em chapa aquecedora e os conteúdos de lipídeos foram obtidos pela relação entre a massa da fração lipídica seca e a massa inicial da amostra.

A fração proteica foi determinada pelo método Kjeldahl modificado, que consiste na determinação do teor de nitrogênio total e posterior conversão para proteínas (fator de conversão 6,25). A análise foi realizada em três etapas consecutivas: digestão, destilação e titulação. Na etapa de digestão, a amostra foi aquecida a 450 °C em bloco digestor com ácido sulfúrico, posteriormente destilada com ácido bórico para a obtenção da amônia. Por fim, a amostra foi titulada com uma solução padronizada de ácido

sulfúrico.

Para a determinação de fibra bruta, as amostras foram submetidas à digestão ácida e alcalina, seguidas por filtração em cadinho de Gooch. As frações de fibra bruta foram determinadas por gravimetria.

A atividade de água das amostras in natura e desidratadas (na forma de farinha) foram realizadas em aparelho analisador de atividade de água modelo LabMaster (Novasina) previamente calibrado.

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em base seca.

2.3. Análise por microscopia eletrônica de varredura

As micrografias das farinhas de okara e farelo de soja foram obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Pequena quantidade de amostra foi dispersa sobre fita de carbono para a obtenção das imagens em microscópio eletrônico de bancada Hitachi modelo TM 3000.

2.4. Análise por espectroscopia de infravermelho com transformada de fourier (FT-IR)

Os espectros de infravermelho das amostras desidratadas de okara e farelo de soja foram obtidos pelo método de discos de KBr em espectrofotômetro PerkinElmer (modelo Frontier) na região de 4000-400 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} . Na etapa de preparo do KBr, o mesmo foi seco em mufla a 550 °C por aproximadamente 1 hora e 30 minutos. Na sequência foi macerado em grau de ágata, desidratado em estufa a 100 °C por 24 horas e posteriormente mantido em dessecador até realização de protocolo analítico. Para a análise foi utilizado a proporção KBr:amostra de 100:1. Os discos foram preparados por prensagem (oito toneladas) e estes submetidos a análise em espectrofotômetro de Infravermelho com transformada de Fourier.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização físico-química dos subprodutos

Os resultados da caracterização química-



bromatológica das biomassas farelo de soja e okara estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 01 – Composição físico-química das amostras de farinha de farelo de soja e okara e comparação com dados da literatura.

Parâmetros Físico-Químicos*	Farelo de soja			Okara		
	Resultados obtidos neste trabalho	Rieger et al., 2008	Vargas et al., 2008	Resultados obtidos neste trabalho	Bowles, Demiate 2006	Redondo-Cuenca et al., 2008
Umidade (%): amostra <i>in natura</i>	11,31 ± 0,07	11,50	*	87,60 ± 0,04	*	*
Aw: amostra <i>in natura</i>	0,68	*	*	0,98	*	*
Umidade (%): farinha	4,37 ± 0,04			2,66 ± 0,50		
Aw: farinha	0,19	*	*	0,65	*	*
Resíduo Mineral (%)	6,34 ± 0,01	*	*	2,88 ± 0,06	2,80	*
Proteínas (%)	46,49 ± 1,42	45,59	42,50	27,39 ± 0,06	37,00	28,52
Lipídeos (%)	2,63 ± 0,09	1,76	8,50	14,03 ± 0,73	13,00	9,84
Fibra Bruta (%)	25,35 ± 0,34	17,80	10,00	22,14 ± 0,21	42,50	55,48

* Não determinado

*Resultados expressos em base seca. Os números depois do símbolo ± representam o desvio padrão da média das réplicas das amostras

Conforme pode ser visto na Tabela 1, o farelo de soja *in natura* apresentou baixo conteúdo de umidade (11,31%) e atividade de água (0,69). Resultados similares (11,50% - conteúdo médio) de umidade foram descritos por Rieger et al. (2008) em amostras de farelo de soja oriundo da região sudoeste e oeste do estado do Paraná. Baixo conteúdo de umidade contribui para maior estabilidade química e microbiológica da biomassa, podendo permitir que a mesma possa ser estocada por maiores períodos de tempo até aproveitamento tecnológico. Após secagem e obtenção da farinha do farelo foi verificado teor de umidade de 4,37% e atividade de água 0,19, valores estes que asseguram maior estabilidade à biomassa.

Por outro lado, a amostra de okara *in natura* apresentou elevado conteúdo de umidade (87,6%) e alta atividade de água (0,98). Valores similares de umidade (entre 81,7% e 84,5%) são descritos por Li; Qiao; Lu, (2012). Lu; Liu; Li, (2013) também descrevem valores semelhantes para a umidade do okara (° 81,6%). O elevado conteúdo de umidade da biomassa okara associada a sua composição química são os fatores que a caracterizam como material de elevada perecibilidade. Processos de secagem podem contribuir para maior estabilidade da biomassa e viabilizar seu uso em maior escala. De fato, após o processo de secagem, a biomassa okara (farinha) apresentou teor de umidade de 2,66% e atividade de água de 0,65.

Neste contexto, são relatados na literatura diversos trabalhos que utilizam o okara desidratado. Grizotto et al. (2012) obteve farinha de okara a partir de sua desidratação e empregou a mesma como ingrediente na produção de salsichas tipo Frankfurter. Os autores Madrona; Almeida, (2008) também utilizaram o okara desidratado, como ingrediente base para a produção de biscoitos tipo cookies.

Cunha et al. (2010), empregaram farinha de okara no preparo de barras de cereais, as quais apresentaram elevada qualidade nutricional e boa aceitação sensorial. Similarmente Baú et al. (2010) descreveram o aproveitamento tecnológico do okara desidratado na produção de barras alimentícias com elevado valor proteico.

Com relação ao conteúdo mineral, foram verificados maiores teores no farelo de soja (6,34%) do que no okara (2,88%). O menor conteúdo de resíduo mineral do okara, possivelmente está associado ao processo na qual esta biomassa é processada, uma vez que a soja é moída e submetida a cozimento para extração do extrato hidrossolúvel durante processamento industrial.

Ambas as biomassas caracterizam-se como materiais de elevados conteúdos proteicos. O farelo de soja apresentou teores de 46,49% de proteína total e o okara 27,39%. Rieger et al. (2008) e Vargas et al. (2008) descreveram valores bastante similares de conteúdo proteico para o farelo de soja (45,59% e 42,50%, respectivamente) em comparação aos verificados no presente estudo. Bowles; Demiate, (2006) obtiveram, por outro lado, valores superiores (37%) para o substrato okara, em relação aos encontrados neste trabalho.

Como esperado, o farelo de soja apresentou conteúdos de lipídeos (2,63%) bem inferiores aos observados no okara (14,03%). Tal condição é devido à eficiência do processo de extração do óleo de soja no qual o farelo é gerado como um subproduto na indústria de óleo de soja.

Tanto o farelo de soja como o okara apresentaram conteúdos apreciáveis de fibra bruta (25,35% e



22,14%, respectivamente). Os elevados conteúdos de fibra estão associados à composição destas biomassas, mais especificamente aos conteúdos de celulose, hemicelulose e lignina presentes na parede celular dos grãos de soja (SEIBEL; BELÉIA, 2009). Rieger et al. (2008) verificou valores inferiores de fibra bruta (17,8%) em amostras de farelo e Bowles e Demiate (2006) verificaram valores superiores (42,50%) aos observados neste trabalho.

Cabe salientar que a composição centesimal do farelo e do okara está diretamente associada tanto à características inerentes ao processo de industrialização do óleo de soja, como também nas características da composição química da soja utilizada no beneficiamento. Neste sentido, pode haver grandes variações de composição entre biomassas oriundas de diferentes indústrias e processos (GRIESHOP; FAHEY, 2001; REDONDO-CUENCA; VILLANUEVA-SUÁREZ; MATEOS, 2008).

3.2. Imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) das biomassas okara e farelo de soja

Na Figura 1, estão demonstradas as micrografias obtidas em microscópio eletrônico de varredura das amostras de okara e farelo de soja.

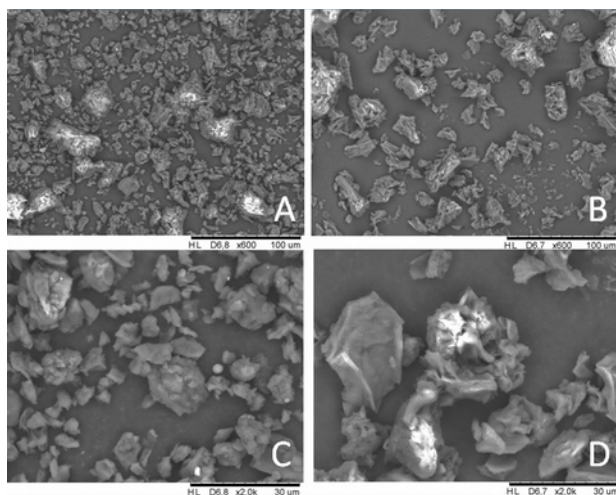


Figura 01 – Microscopia eletrônica de varredura das biomassas okara e farelo de soja: A - Farelo de soja com ampliação de 600x; B - Okara com ampliação de 600x; C - Farelo de soja com ampliação de 2000x; D - Okara com ampliação de 2000x.

As imagens de MEV mostram que ambas as amostras apresentam-se na forma de pequenos fragmentos com dimensões e formas irregulares. A superfície de cada

fragmento também apresenta uma morfologia bastante irregular com reentrâncias ao longo da superfície. As superfícies irregulares das partículas, associada às dimensões diminutas das mesmas, podem contribuir para melhor colonização microbiana, potencializando o uso destas biomassas como substratos em fermentações submersas ou sólidas para produção de produtos de interesse como enzimas extracelulares produzidas por fungos em processos biotecnológicos.

3.3. Espectroscopia de infravermelho com transformada de fourier (FT-IR)

Nas Figuras 2 e 3 estão demonstrados os espectros de infravermelho das amostras de okara e farelo de soja, respectivamente.

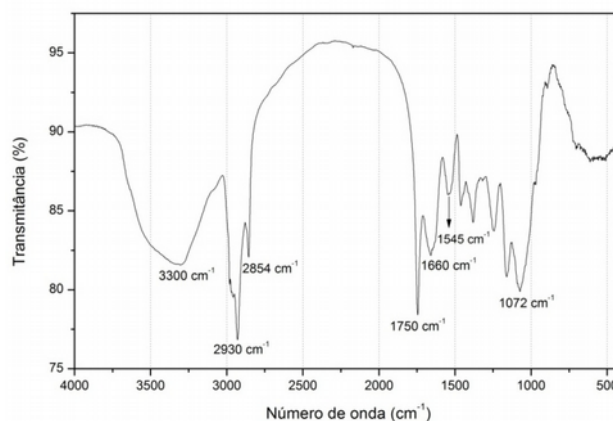


Figura 02 – Espectro de infravermelho do substrato okara.

No espectro da amostra de okara é verificada uma banda larga em 3300 cm^{-1} , que corresponde a vibrações de alongamento de O-H que pode estar associada à presença de grupos carboxilas de aminoácidos e proteínas.

O pico observado em 1660 cm^{-1} corresponde ao estiramento C=O e foi atribuído à carbonila de amida primária, assim como a frequência de vibração próximo a 1545 cm^{-1} atribuída a deformação do grupo N-H de amida secundária. As frequências de vibrações entre $1750\text{--}1725\text{ cm}^{-1}$ é atribuído ao estiramento de carbonilas presentes em ésteres. Tais resultados corroboram com os dados descritos por Mateos et al. (2010), os quais analisaram amostras de okara in



natura e parcialmente hidrolisada e salientam as frequências de vibrações em 3300 cm^{-1} (alongamento de O-H), 1655 cm^{-1} ($\text{C}=\text{O}$) e 1550 cm^{-1} (N-H).

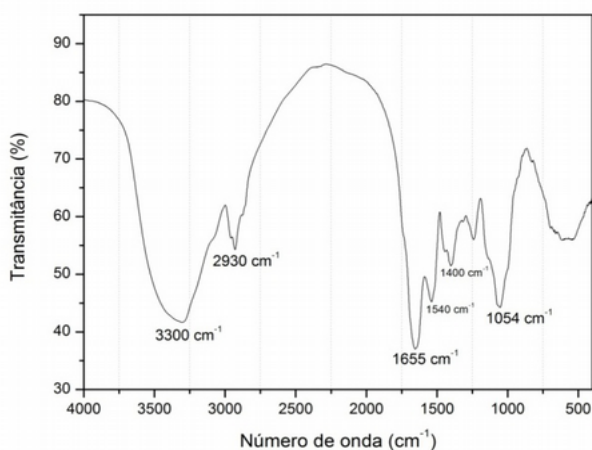


Figura 03 – Espectro de infravermelho do substrato farelo de soja.

A banda de absorção forte em 3300 cm^{-1} é atribuída a vibrações de alongamento de O-H. O pico em 2930 cm^{-1} é atribuído ao estiramento da ligação C-H dos grupos CH₂. A banda em 1655 cm^{-1} corresponde ao estiramento C=O, conhecida como banda de amida primária e a banda em 1540 cm^{-1} corresponde a deformação N-H, conhecida como banda de amida secundária (MATEOS et al., 2010). As bandas verificadas na região de 1450 cm^{-1} e 1375 cm^{-1} corresponde a deformação do grupo -CH₃. As bandas entre $1550 - 1480\text{ cm}^{-1}$ correspondem à deformação assimétrica do grupo NH₃ de aminoácidos. A banda

observada entre $1425 - 1390\text{ cm}^{-1}$ é típica de aminoácidos e seus sais e corresponde ao estiramento simétrico de -COO- (BARBOSA, 2008).

4. CONCLUSÃO

A caracterização química-bromatológica das biomassas okara e farelo de soja demonstrou que, ambas possuem características físico-químicas peculiares a cada tipo de matriz. As biomassas são materiais ricos em proteínas, fibras e conteúdo mineral e podem ser eficientemente reaproveitadas como substratos em processos biotecnológicos. Diferentemente do farelo de soja, o okara apresentou elevado conteúdo de lipídeos. As análises espectroscópicas por infravermelho com transformada de Fourier confirmaram a presença de grupos funcionais existentes em proteínas e lipídios.

As características nutricionais e a morfologia das partículas das farinhas das biomassas avaliadas sugerem o seu potencial para uso como substrato em fermentações submersas ou sólidas para produção de produtos de maior valor agregado, incluindo produção de lípases microbianas

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES, a Fundação Araucária e aos coordenadores do Laqua e da Central de Análises da UTFPR – Câmpus Pato Branco.

Characterization of byproducts from the processing of soybean aiming use in the production of lipolytic enzymes

Abstract – The soybean production has great relevance in the national economic scenario, moving millions of dollars and placing Brazil second in the world rankings, with prospects to take the lead in the year of 2015. From the different soybean industrialization processes, are generated large amounts of by-products, which need to be properly harnessed. This research aims to evaluate the chemical characterization parameters of by-products derived from the soybean processing (okara and soybean meal), and evaluate the potential use of these as substrates in solid fermentation, in order to obtain lipolytic enzymes. For this evaluation, analysis have been performed to determine humidity, fixed mineral residue, proteins, raw fiber, lipids and water activity. It has also been performed scanning electron microscope (SEM) analysis and infrared spectroscopy (FT). Soybean meal and the okara were characterized as biomasses with high protein and fiber contents and the okara had large amounts of lipids. Analysis by scanning electron microscopy showed that both samples



present fragmented particles with uneven surfaces. Infrared spectra of both samples indicated the presence of characteristic functional groups typical of protein and lipid. The characteristics of chemical composition and morphology of the particles suggest potential use as a substrate in submerged or solid fermentation for the production of higher value products, including the bioproduction of lipases.

Keywords: soybean meal. okara. agroindustrial waste. solid fermentation.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Luiz C. A.; **Espetroscopia no infravermelho na caracterização de compostos orgânicos**. 1. ed, Viçosa: Ed. UFV, 2008.

BAÚ, Tahis R.; Cunha, Mário A. A.; CELLA, Sibila M.; OLIVEIRA, Amanda L. J.; ANDRADE, Jéssica T. Barra alimentícia com elevado valor proteico: formulação, caracterização e avaliação sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 42–51, 2010.

BOWLES, Simone; DEMIATE, Ivo M.; Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 652–659, 2006.

BRASIL – **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/qualidade-seguranca-alimentos-bebidas/alimentos/legislacao>>. Acesso em: 27 de novembro de 2014 (a).

BRASIL - **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Pasta%20de%20Maio%20%202014.pdf>. Acesso em: 27 de outubro, 2014 (b).

CONAB - **Companhia de desenvolvimento agropecuário do Paraná**. Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/farelosoja795_93.pdf>. Acesso em 19 de novembro de 2014.

CUNHA, Mário A. A.; ANDRADE, Aline C. W.; FERMIANI, Eliane A.; APPELT, Patrícia; BURATTO, Ana P. Barras alimentícias formuladas com resíduo de soja. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 1, n. 2, p. 89–96, 2010.

GRIESHOP, Christine. M.; FAHEY, George. C. Comparison of Quality Characteristics of Soybeans from Brazil, China and the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 2669–2673, 2001.

GRIZOTTO, Regina K.; ANDRADE, Juliana C.; MIYAGUSKU, Luciana; YAMADA, Eunice. A. Physical, chemical, technological and sensory characteristics of Frankfurter type sausage containing okara flour. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 32, n. 3, p. 538–546, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do**

Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. EPU: São Paulo, 2008. v. 1.

LI, Bo; QIAO, Meiyng; LU, Fei. Composition, Nutrition, and Utilization of Okara (Soybean Residue). **Food Reviews International**, v. 28, n. 3, p. 231–252, 2012.

LU, Fei; LIU, Yang; LI, Bo. Okara dietary fiber and hypoglycemic effect of okara foods. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 2, n. 2, p. 126–132, 2013.

MADRONA, Grasiela. S.; ALMEIDA, Aline. M. Elaboração de biscoitos tipo cookie à base de okara e aveia. **Revista Tecnológica**, v. 17, p. 61–72, 2008.

MATEOS; Aparicio, I; MATEOS; Peinado, C.; JIMÉNEZ; Escrig, A.; RUPÉREZ, P.. Multifunctional antioxidant activity of polysaccharide fractions from the soybean byproduct okara. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, n. 2, p. 245–250, 2010.

O'TOOLE, Desmond K. Characteristics and use of okara, the soybean residue from soy milk production—a review. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 47, n. 2, p. 363–71, 1999.

REDONDO-CUENCA, Araceli.; VILLANUEVA-SUÁREZ, Maria. J.; MATEOS-APARICIO, Immaculada. Soybean seeds and its by-product okara as sources of dietary fibre. Measurement by AOAC and Englyst methods. **Food Chemistry**, v. 108, n. 3, p. 1099–1105, 2008.

RIEGER, Clovis; DE OLIVEIRA, Vladimir; LOVATTO, Paulo A.; ARAÚJO, Jocélio S.; PEIXOTO, Érika C. M.; DA SILVA, Marcelo A. Características químicas e valores energéticos de farelo de soja do oeste e sudoeste do Paraná. **Ciência Rural**. v. 38, n. 1, p. 266–269, 2008.

RIGOLI FERRAZ, Lenir. SANTOS, Daniela O.; FERNANDES, Marcell S.; RIGO, Elisandra.; DI LUCCIO, Marco; OLIVEIRA, Vladimir J.; DE OLIVEIRA, Débora; TREICHEL, Helen. Production and partial characterization of multifunctional lipases by *Sporobolomyces ruberrimus* using soybean meal, rice meal and sugarcane bagasse as substrates. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 1, n. 3, p. 243–252, 2012.

SÁNCHEZ, Carmen. Lignocellulosic residues: biodegradation and bioconversion by fungi. **Biotechnology advances**, v. 27, n. 2, p. 185–94, 2009.



SEIBEL, Neusa F.; BELÉIA, Adelaide. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 113–122, 2009.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja_2013_14.pdf>. Acesso em 19 de novembro de 2014.

SILVA, Leomar. H.; PAUCAR-MENACHO, Luz M.; VICENTE, Claudia A.; SALLES, Antonio S.; STEEL, Caroline J.; CHANG, Yoon K. Desenvolvimento de pão de fôrma com a adição de farinha de “okara.” **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 315–322, 2010.

SLIVINSKI, Christiane. T.; TREVISAN, C.; Mallmann, Edgar; DE

ARAÚJO, Janete M.; MITCHELL, David A. KRIEGER, Nadia. Production of surfactin by *Bacillus pumilus* UFPEDA 448 in solid-state fermentation using a medium based on okara with sugarcane bagasse as a bulking agent. **Process Biochemistry**, v. 47, n. 12, p. 1848–1855, 2012.

VARGAS, Gean D. L.; TREICHEL, Helen; DE OLIVEIRA, Débora; BENETI, Stéphanie C.; FREIRE, Denise M. G.; DI LUCCIO, Marco. Optimization of lipase production by *Penicillium simplicissimum* in soybean. **Journal of chemical technology and biotechnology**, v. 54, p. 47–54, 2008.

WANG, Jianlei; Liu, Zhemin; WANG, Yue; CHENG, When; MOU, Haijin. Production of a water-soluble fertilizer containing amino acids by solid-state fermentation of soybean meal and evaluation of its efficacy on the rapeseed growth. **Journal of biotechnology**, v. 187, p. 34–42, 2014.

Correspondência:

Jessica Tombini

jetombini@gmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

Recebido: 30/07/2014

Aprovado: 07/04/2015

Como citar: TOMBINI, Antônio; RONCATTI, Roberta; LIMA, Vanderlei Aparecido de; CUNHA, Mário (NBR 6023) Antônio Alves da. Caracterização de subprodutos oriundos do beneficiamento de soja visando aproveitamento na produção de enzimas lipolíticas. **Syn. Scy. UTFPR**, Pato Branco, v. 10, n. 1, p. 22–29, jan./mar. 2015. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Artigos convidados da SIMTEQ 2014, Pato Branco-PR. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: “em processo de registro”

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.