

# Melhoria da qualidade do teor de açúcares de um subproduto agroindustrial após a passagem por membranas filtrantes

## RESUMO

A produção agroindustrial brasileira é altamente produtiva focada na produção de *commodities* no caso do grão de soja. Entretanto, a industrialização de alimentos é um grande avanço tecnológico que eleva o faturamento e a geração de resíduos agroindustriais. Assim, o presente trabalho teve como objetivo obter melhorias da qualidade dos açúcares presentes em melaço de soja pela passagem por membranas de ultrafiltração, no quesito qualidade com a redução dos oligossacarídeos rafinose e estaquiase, a fim de obter melhoria da matéria prima utilizada em processos fermentativos posteriores. Entretanto, os valores obtidos pela passagem e obtenção dos permeados são úteis para fins industriais e fracionamento de compostos a serem comercializados como padrão de pureza, bem como utilização do melaço de soja em processos fermentativos com ações enzimáticas como a beta-glicosidade e/ou alfa-Galactosidade, objetivando a bioconversão de compostos glicosídicos em aglicona e compostos dissacarídeos em monossacarídeos utilizados para fins comerciais. No entanto, rentabilidade e melhoria dos compostos açucarados presentes no melaço de soja, ficou estabelecido como eficiente especialmente pelas condições utilizadas, como a ultrafiltração por passagem por membranas filtrantes em aberturas de 0,22 micrômetros e 5 kDa objetivando a padronização da composição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ultrafiltração; processos; melhoria da qualidade.

### Daniel Mantovani

[daniel26mantovani@gmail.com](mailto:daniel26mantovani@gmail.com)  
<http://orcid.org/0000-0002-8310-9655>  
Departamento de Engenharia Química,  
Universidade Estadual de Maringá, Maringá,  
Paraná, Brasil.

### Aline Takaoka Alves Baptista

[alinetakaoka\\_17@hotmail.com](mailto:alinetakaoka_17@hotmail.com)  
<http://orcid.org/0000-0003-3906-336X>  
Departamento Acadêmico de Alimentos e  
Engenharia Química, Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus  
Campo Mourão, Paraná, Brasil.

### Luis Fernando Cusioli

[luiscusioli@gmail.com](mailto:luiscusioli@gmail.com)  
Departamento de Engenharia Química,  
Universidade Estadual de Maringá, Maringá,  
Paraná, Brasil.

### Charleston De Oliveira Bezerra

[charleston10@gmail.com](mailto:charleston10@gmail.com)  
<http://orcid.org/0000-0003-2238-7413>  
Departamento de Engenharia Química,  
Universidade Estadual de Maringá, Maringá,  
Paraná, Brasil.

### Heloise Beatriz Quesada

[heloisequesada@gmail.com](mailto:heloisequesada@gmail.com)  
Departamento de Engenharia Química,  
Universidade Estadual de Maringá, Maringá,  
Paraná, Brasil.

### Paulo Cardozo Carvalho

[paulo\\_cardozo\\_qi@gmail.com](mailto:paulo_cardozo_qi@gmail.com)  
Departamento de Engenharia Química,  
Universidade Estadual de Maringá, Maringá,  
Paraná, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos industrializados no Brasil foi elevado ao longo das últimas décadas, especialmente pela melhoria da economia brasileira. Neste sentido, o cenário voltado à produção de “resíduos” ou subprodutos provindos da utilização de inúmeras matérias primas alimentares utilizadas no processamento de diversos alimentos é uma realidade com mais de 600 bilhões de toneladas de resíduos anos provindos da agroindústria brasileira. O grande potencial do mercado brasileiro focado na produção de *commodities* entre eles: soja, milho e trigo são os principais geradores de inúmeros produtos alimentícios, entre os principais produtos provindos da industrialização encontram-se o farelo de soja, óleo de soja, lecitina de soja, casca de soja, óleo de milho, farinha de milho (fubá), canjica, farinha de trigo, farelo de trigo entre outros (OETTERER, D’ARCE e SPOTO 2006).

A soja *Glicine Max* (L.) Merrill é uma planta de grande diversidade genética e morfológica e apresenta-se na natureza com tamanhos de grão, cores e composição química variada, dependendo do cultivar plantado e fatores climáticos. Assim, o grão de soja é consumido por inúmeros países após seu cozimento, especialmente para combater doenças: entre elas, a prevenção de cânceres no colo do útero, pulmão, estômago entre outras especialmente pela ligação fitoestrógena com devido a presença do composto genisteína. No Brasil, a área cultivada com soja é de 33,8 milhões de hectares, a maior entre todas as grandes culturas produzidas no Brasil, com uma produção estimada de aproximadamente 110,44 milhões de toneladas para a safra 2016/2017 (CONAB, 2018). Grande parte desta produção é destinada à fabricação do farelo de soja para incorporação como ingrediente majoritário na alimentação animal, gerando 33 milhões de toneladas deste produto entre 2016/2017, bem como o desenvolvimento de derivados especiais com altas concentrações proteicas utilizados na alimentação humana por apresentar compostos benéficos à saúde como as isoflavonas (MAPA, 2017).

Entretanto, com relação à receita gerada com os derivados da soja, indústrias investem em pesquisas para busca de desenvolvimento de novos produtos e transformação em alimentos funcionais. No entanto, segundo IMCOPA (2013) subproduto melaço de soja resultada da produção do farelo de soja, com representação de 750 kg de Concentrado Proteico de Soja (CPS) e 250 kg da geração do melaço de soja. A Estimativa da produção nacional de melaço de soja segundo Pastore, Bicas e Mostíca (2013) foi estimada em 11,2 milhões de toneladas. No entanto, o melaço de soja é tratado como um resíduo agroindustrial com pouca rentabilidade financeira. Em contrapartida, um fator negativo do melaço de soja é a presença dos compostos antinutricionais, como os oligossacarídeos formas rafinose e estaquiose (RO), os quais se consumidos provocam sintomas como náuseas, gases, diarreias, alergias entre outros distúrbios à saúde humana (NIELSEN, 1996).

Para tanto, a composição química do melaço de soja, descrita por Siqueira (2006) e Mantovani (2013) foram determinadas relacionando os compostos aos teores de carboidratos, valores médios de 53,2%, 4,6% de proteínas, gordura com 2,8% e matéria mineral 12,5%. Neste contexto, um fator importante com relação biodisponibilidade seria a obtenção de carboidratos livres de contaminantes. Neste sentido, a melhoria da qualidade relacionada a obtenção de açúcares

presentes no melaço de soja, provêm da aplicação do Processo de Separação por Membranas (PSM), que se enquadram a ultrafiltração a nanofiltração, entre outros processos responsáveis pela separação de carboidratos de diferentes fontes provindas de plantas, sementes, frutos, xaropes e outros compostos (MATSUBARA et al., 1996). No entanto, para alimentos à base de soja são encontrados compostos majoritários e bioativos como os carboidratos, proteínas e isoflavonas, compostos de interesse alimentar que visam à concentração e/ou fracionamento para obter maior rendimento e qualidade nutricional do produto final (ALIBHAI et al., 2006).

A formação de barreiras seletivas pela passagem por PSM ocorre exclusivamente pela presença das membranas utilizadas, responsáveis pela separação pelo tamanho da partícula, a qual: se o tamanho do poro da membrana for pequeno, ela será retida, se for grande, ela será filtrada, processo denominado de retido (concentrado) e permeado (filtrado). As membranas atuam de forma física, química e estruturais controlando o transporte e a passagem dos compostos entre as duas fases, fazendo com que ocorra a seletividade e passagem dos compostos de interesse (HABERT, BORGES e NÓBREGA et al., 2006). Desta forma, a principal função da PSM é realizar o fracionamento dos solutos dissolvidos em correntes líquidas. Segundo Baker (2004), a maioria dos PSM usa o escoamento tangencial *cross flow*, uma particularidade que as distingue da filtração convencional, na qual promove a separação de partículas sólidas em suspensão de correntes líquidas em escoamento frontal. No entanto, para alimentos à base de soja são encontrados compostos majoritários e bioativos como os carboidratos, proteínas e isoflavonas, compostos de interesse alimentar que visam à concentração e/ou fracionamento para obter maior rendimento e qualidade nutricional do produto final (ALIBHAI et al., 2006).

Para tanto, o uso da microfiltração é necessário como processo de retenção de macromoléculas permitindo a passagem da solução e microssolutos de interesse comercial entre eles os carboidratos contidos na composição do melaço de soja (PEPPIN e ELLIOT, 2001).

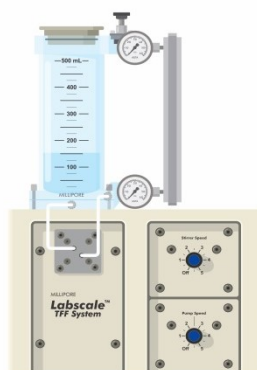
A formação de barreiras seletivas nos PSM ocorre exclusivamente pela presença das membranas utilizadas. A separação ocorre pelo tamanho da partícula: se o tamanho do poro da membrana for pequeno, ela será retida, se for grande, ela será filtrada, processo denominado de retido (concentrado) e permeado (filtrado). As membranas atuam de forma física, química e estruturais controlando o transporte e a passagem dos compostos entre as duas fases, fazendo com que ocorra a seletividade e passagem dos compostos de interesse (HABERT, BORGES e NÓBREGA et al., 2006). Desta forma, a principal função da PSM é realizar o fracionamento dos solutos dissolvidos em correntes líquidas.

Diante do contexto argumentado, o presente estudo abordou a discussão sobre a melhoria da qualidade dos compostos açucarados diversos, presentes no melaço de soja, para isso, processos como a separação por membranas utilizando a ultrafiltração e passagem por diferentes aberturas em micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) e kilodaltons (kDa) necessários para obtenção de um produto de melhor qualidade industrial e comercial.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### MÓDULO DE PASSAGEM POR MEMBRANAS

Foi utilizado como módulo de passagem por membranas a unidade bancada da (Millipore, *Labscale* TFF), constituída de um reservatório de acrílico com capacidade de 500 mL acoplado com bomba de diafragma, com controlador de velocidade, manômetros de entrada e saída da membrana e válvula para controle da pressão transmembrana, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Módulo de passagem por membranas.

### SEPARAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE CARBOIDRATOS A PARTIR DO USO DE MEMBRANAS

Para obtermos melhoria e qualidade sobre os compostos açucarados presentes no melaço de soja, a PSM possibilita a recuperação de compostos com diferentes massas molares. Neste tipo de experimento foram utilizadas membranas de ultrafiltração (polietersulfona) com área de filtração de 0,005 m<sup>2</sup> e cortes (*cut off*) de 0,22 μm, 300 kDa e 5 kDa, para se obter frações recuperadas dos compostos formados por carboidratos monossacarídeos, dissacarídeos e oligossacarídeos.

### FLUXO DO PERMEADO (J)

O controle do fluxo do permeado (J), é um dos fatores mais importantes para controle de operação por membranas. Esse parâmetro permite avaliar a quantidade da espécie (em volume ou massa) que permeia na membrana por unidade de tempo e por unidade de área da membrana.

O fluxo do permeado (J) foi determinado pela massa, conforme a Equação 1.

$$J = V_p / (t.A) \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde: J = fluxo permeado (L/h.m<sup>2</sup>); V<sub>p</sub> = volume de permeado recolhido num determinado tempo (L); t = tempo volume de permeado recolhido (h); A = área da membrana filtrante (m<sup>2</sup>).

Os ensaios foram iniciados com relação ao perfil da permeabilidade a 3 pressões distintas, ascendentes e descendentes, e valores dos fluxos ( $J$ ) registrados. Durante a obtenção dos dados, todos os ensaios foram realizados em duplicata. Entretanto, as equações utilizadas para calcular o fluxo ( $J$ ) ( $L/h.m^2$ ), capacidade de retenção do melão de soja ( $R_c$ ) (%) e a resistência da membrana ( $R_m$ ) ( $m^{-1}$ ) são detalhadas nas Equações 2, 3 e 4 (LASZLO *et al.* 2009).

$$J = V/(t.A) \quad \text{(Equação 2)}$$

$$R_c = [(C_i - C_f).100]/C_i \quad \text{(Equação 3)}$$

$$R_m = [\Delta p.100]/J_a.\eta \quad \text{(Equação 4)}$$

Entretanto, a perda de fluxo é calculada pelo *fouling* formado na membrana é expresso em percentual de redução da permeabilidade com água, o que determina o percentual de entupimento ou taxa de *fouling* para cada condição de processamento (LASZLO *et al.* 2009). O fluxo do permeado foi determinado com o uso da água deionizada a 25 °C com pressão de entrada da membrana de 20 psi e pressão de saída 0 psi antes e depois de cada corrida, conforme Equação (5).

$$(\% \text{ Entupimento}) = [(J \text{ membrana limpa} - J \text{ membrana suja}) / (J \text{ membrana limpa})].100 \quad \text{(Equação 5)}$$

### PROCEDIMENTO OPERACIONAL

O processo de ultrafiltração utilizando o aparato (Millipore, modelo *Labscale* TFF) foi realizado com volume de 500 mL, para cada batelada conforme descrição abaixo:

1. Uso de água deionizada, com medição do fluxo de permeado pela diferença de massa, em temperatura ambiente e tubo do retido conectado ao reservatório de alimentação (com reciclo). O ajuste foi realizado com pressão de entrada em 20 psi (1,4 bar) e pressão de saída igual a zero (válvula de controle de pressão na saída totalmente aberta). O valor do fluxo corrigido foi calculado com a aplicação da Equação 1.

2. As mesmas condições de pressão, bem como o uso da agitação, determinaram o fluxo da solução filtrada do permeado com variação do tempo por períodos: tempo 0 (zero) e coletas de amostras a cada 5 minutos com volume conhecido até atingir 1 h. Análises de °Brix foram realizadas em refratômetro de mão (Sinotech, modelo RHB-32ATC), mediante a passagem pelas membranas aberturas 0,22  $\mu m$  e 5 kDa para obtenção dos valores de °Brix, antes da passagem e posterior a passagem da solução. E assim, obter uma relação direta entre o valor do fluxo em relação ao permeado por diferença de massa.

3. Com o auxílio da válvula de controle de pressão, ajustou-se a pressão de saída em 10 psi e pressão de entrada em 30 psi, com auxílio de agitação para a recirculação do rejeito.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE AÇÚCARES TOTAIS PRESENTES NO MELAÇO DE SOJAS

A quantificação dos teores de carboidratos sem passagem por ultrafiltração estão apresentados na Tabela 1. No entanto, a presença de carboidratos estruturas RO compromete o seu uso na nutrição animal, especialmente na alimentação de monogástricos, uma vez que geram flatulências por apresentarem compostos que dificultam a absorção intestinal (SUAREZ et al., 1999).

**Tabela 1.** Teores de carboidratos totais do melaço de soja.

Parâmetros	Este Trabalho	Valores Literatura
Glicose	0,3%	0,25%
Frutose	0,8%	0,15%
Galactose	1,5%	0,25%
Sacarose	24,5%	28,4%
Rafinose	6,5%	9,7%
Estaquiiose	13,0%	18,6%

FONTE: (SIQUEIRA et al., 2008).

Siqueira (2008), Mantovani (2013) e Karp (2007) realizaram análises referentes aos teores de carboidratos presentes no melaço de soja, formas dissacarídicas e monossacarídicas, encontrando valores de 28,8%, já para as formas RO os valores foram de 28,2%. Qureshi et al. (2001), ao estudarem os compostos açucarados provenientes do grão de soja, relataram que os compostos açucarados apresentaram 65% do total de carboidratos presentes na soja, as demais presenças são atribuídas aos RO. Desta forma, ao estudar a amostra de melaço de soja utilizada no presente trabalho, foram encontrados teores de carboidratos na ordem de 27,1% e para os RO com teores de 19,5%.

Os teores obtidos para os carboidratos presentes no melaço de soja apresentaram-se próximos aos resultados encontrados na literatura por (Siqueira et al., 2008; CEGLA, 2005; VELDMAN et al., 1993).

No que diz, respeito aos resultados encontrados na Tabela 1, a diversidade botânica espalhada pelo planeta é vasta. Entretanto, quantidades dos compostos açucarados encontradas em algumas frutas, nozes, vegetais e outras leguminosas se diferencia mediante a influência ambiental, variedade de culturas, área cultivada e seus tratamentos (LIGGINS et al., 2000). Assim, fatores ambientais devem ser levados em consideração nas concentrações de compostos de açúcares, presentes nos grãos de soja e seus resíduos gerados, por prejudicar a padronização da composição centesimal elevando a distorções de valores descritos na literatura (HOECK et al., 2000).

### TEORES DE CARBOIDRATOS TOTAIS PRESENTES NAS FRAÇÕES OBTIDAS POR PSM

O fracionamento do melaço de soja aquoso foi realizado após posterior passagem por PSM, começando com a membrana de maior abertura de 0,22 µm, 300 e 5 kDa conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Análise dos teores de carboidratos totais presentes nas frações obtidas por ultrafiltração.

Carboidratos	Membranas utilizadas			
	Retido 0,22 µm (mg/g)	Permeado 0,22 µm (mg/g)	Permeado 300 kDa (mg/g)	Permeado 5 kDa (mg/g)
Frutose	2,0 ± 0,6 <sup>c</sup>	4,7 ± 0,1 <sup>b</sup>	5,2 ± 0,3 <sup>a</sup>	5,0 ± 0,2 <sup>a</sup>
Glicose	1,9 ± 0,4 <sup>d</sup>	4,3 ± 0,3 <sup>c</sup>	4,8 ± 0,4 <sup>a</sup>	4,5 ± 0,3 <sup>b</sup>
Galactose	1,9 ± 0,3 <sup>d</sup>	4,3 ± 0,1 <sup>c</sup>	4,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	4,5 ± 0,1 <sup>b</sup>
Sacarose	18,7 ± 0,3 <sup>d</sup>	43,9 ± 0,3 <sup>c</sup>	51,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	47,2 ± 0,4 <sup>b</sup>
<i>Total</i>	<i>24,5 ± 0,1<sup>d</sup></i>	<i>52,9 ± 0,1<sup>c</sup></i>	<i>66,4 ± 0,3<sup>a</sup></i>	<i>61,2 ± 0,3<sup>b</sup></i>
Rafinose	3,8 ± 0,4 <sup>d</sup>	13,6 ± 0,6 <sup>c</sup>	14,2 ± 0,4 <sup>a</sup>	12,5 ± 0,5 <sup>b</sup>
Estaquiose	11,1 ± 0,3 <sup>c</sup>	17,8 ± 0,5 <sup>b</sup>	23,4 ± 0,4 <sup>a</sup>	22,4 ± 0,3 <sup>a</sup>
<i>Total</i>	<i>14,9 ± 0,1<sup>d</sup></i>	<i>31,4 ± 0,1<sup>c</sup></i>	<i>37,6 ± 0,1<sup>a</sup></i>	<i>34,9 ± 0,2<sup>b</sup></i>
<b>Total Carboidratos</b>	<b>39,4 ± 0,2<sup>d</sup></b>	<b>84,3 ± 0,3<sup>c</sup></b>	<b>104,0 ± 0,2<sup>a</sup></b>	<b>96,1 ± 0,2<sup>b</sup></b>

NOTA: Amostras analisadas em triplicata com desvio-padrão. Letras diferentes em uma mesma linha apresentam diferença estatística entre si, teste de Tukey (p<0,05).

\*Tratamento estatístico realizado para compostos monossacarídeos e dissacarídeos;

\*\*Tratamento estatístico realizado para os RO.

O processo para obtenção dos carboidratos totais iniciou-se com o uso da membrana de 0,22 µm e obtenção das frações retido e permeado. A, fração permeado da membrana de 0,22 µm foi utilizada para obter as demais frações de 300 e 5 kDa o que possibilitou um melhor rendimento no quesito composição nutricional aos compostos monossacarídeos e dissacarídeos. No entanto, os teores de carboidratos totais 39,4 ± 0,2 presentes no retido após a passagem da membrana de 0,22 µm foram menores em relação às outras frações aplicadas de menor abertura (300 e 5 kDa).

A fração de 300 kDa apresentou maior valor de carboidratos totais com 104,0±0,2 mg/g. Entretanto, o uso da membrana de 5 kDa é necessária para reduzir o número de contaminantes presentes no extrato aquoso de melado de soja, diretamente responsáveis pela redução na atividade enzimática e perdas durante a bioconversão de compostos de interesse comercial, conforme valores apresentados na Tabela 2.

Os resultados referentes aos teores obtidos de carboidratos presentes no melado de soja, indicaram grandes quantidades destes compostos considerados de extrema relevância nutricional na alimentação animal, pois caso venham a ser consumidos com a presença dos RO, considerados os maiores causadores de sintomas como flatulências e perda de peso, serão facilmente identificados mediante a passagem pelo uso da PSM.

Entretanto, o uso da membrana de 5 kDa é necessária para reduzir o número de contaminantes presentes no extrato aquoso de melado de soja, diretamente responsáveis pela redução na atividade enzimática e perdas durante a bioconversão de compostos de interesse comercial, mediante a inclusão dos compostos de isoflavonas e compostos açucarados formas monossacarídicas e dissacarídicas, que possibilitam uma aplicação antioxidante bem como, uso na utilização de edulcorantes na alimentação.

## CONCLUSÕES

A melhoria da qualidade de subprodutos ocorre mediante a passagem por sistema de membranas, utilizados como forma de reter compostos sem interesse comercial como é o caso da clorofila, compostos formados por lixiviação de processos industriais entre outros.

Entretanto, a condição de utilizar o processo de membranas de ultrafiltração com diferentes porosidades visou a retenção de compostos formados por carboidratos, isoflavonas entre outros, todos utilizados na bioconversão de alimentos. Assim, com a obtenção dos compostos passados por membranas de aberturas 0,22  $\mu\text{m}$  e 5 kDa provindos de permeados, elevou a potencialidade econômica dos açúcares do melaço de soja, para posteriores aplicações utilizadas na bioconversão enzimática deste estudo. Assim, foram estabelecidos um protocolo eficiente focado na aplicação industrial bem como, sua padronização conforme condições descritas.



## Improved quality of the sugar content of an agro-industrial by-product after passing through filter membranes

### ABSTRACT

Brazilian agro-industrial production is highly productive, focused on the production of commodities in the case of soybeans. However, the industrialization of food is a major technological advance that increases revenue and the generation of agro-industrial waste. Thus, the present work aimed to obtain improvements in the quality of sugars present in soy molasses through the passage through ultrafiltration membranes, in terms of quality with the reduction of oligosaccharides raffinose and stachyose, in order to obtain improvement of the raw material used in fermentation processes later. In this sense, the values obtained by passing and obtaining the permeate are useful for industrial purposes and fractionation of compounds to be sold as a standard of purity, as well as the use of soy molasses in fermentation processes with enzymatic actions such as beta-glycosity and/or alfa-Galactosity, aiming at the bioconversion of glycosidic compounds into aglycone and disaccharide compounds into monosaccharides used for commercial purposes. However, the profitability and the improvement of sugary compounds present in soy molasses, was established as efficient, especially due to the conditions used, such as ultrafiltration by passing through filter membranes in openings of 0.22 micrometers and 5 kDa, aiming at standardizing the composition.

**KEYWORDS:** Ultrafiltration; process; quality improvement.

## REFERÊNCIAS

ALIBHAI, Z.; MONDOR, M.; MORESOLI, C.; IPPERSIEL, D.; LAMARCHE, F. Production of soy protein concentrates/isolates: traditional and membrane technologies. **Desalination**, v.191, p. 351-358, 2006.

BAKER, R. W. **Membrane Technology and Applications**. John Wiley & Sons, 2004.

CEGLA, U.G.; SHUSTER, M. **Process for the production of soybean sugars and the product produced thereof**. United States Patent. 6,913,771, July 5, 2005.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 5, n. 4, safra 2017/2018, quarto levantamento, janeiro de 2018.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NÓBREGA, R. **Processos de Separação com Membranas**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais Ltda, 2006.

HOECK, J. A.; FEHR, W. R.; MUHRPHY, P. A.; WELKE, G. A. Influence of genotype and environment on isoflavone contents of soybean. **Crop Science**, v.40, p.48-51, 2000.

IMCOPA, **Produção do melão de soja**. Disponível em: <<http://www.imcopa.com.br>>. Acesso em: 20/06/2018.

KARP, S. G. Production of L-lactic acid from the soybean vinasse. Master dissertation, Federal University of Paraná/Universities of Provence and of the Mediterranean Sea, Brazil/France, 2007.

LASZLO, Z., KERTESZ S., BESZEDES, S., HOVORKA-HORVATH, Z., SZABO, G., HODUR, C. Effect of preozonation on the filterability of model dairy waste water in nanofiltration. **Desalination** 240(1): 170-177, 2009.

LIGGINS, J.; BLUCK, L. J. C.; RUNSWICK, S.; ATKINSON, C.; COWARD, W. A.; BINGHAM, S. A. Daidzein and genistein content of fruits and nuts. **Journal of Nutrition Biochemistry**, v.11, p.326-331, 2000.

MANTOVANI, D. **Estudo da recuperação e hidrólise de isoflavonas e carboidratos obtidos a partir do melão de soja**. 144 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, 2013.

MANTOVANI, D.; CARDOZO FILHO, L.; CORAZZA, M. L.; ZANIN, M. Z.; TAZINAFO, N. M.; COSTA, S. C. **Presença de isoflavonas glicosídicas em resíduo industrial e sua bioconversão enzimática para transformação em compostos isoflavonas agliconas.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. v. 05, n. 02, p. 606-617, 2011.

MATSUBARA, Y., IWASAKI, K., NAKAJIMA, M., NABETANI, H.; NAKAO, S. Recovery of oligosaccharides from steamed soybean waste water in Tofu processing by reverse osmosis and nanofiltration membranes. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 60, p. 421-428, 1996.

NIELSEN, N. C. Soybean seed composition. In: Verma, D.P.S., Shoemaker, R.C. (eds). **Soybean: Genetics, Molecular Biology and Biotechnology.** CAB International, Wallingford, p. 127-164, 1996.

OETTERER, M.; D'ARCE, R. B. A. M.; SPOTO, P. F. H. M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos.** Editora Malole, Barueri – SP, 2006.

PASTORE, G. M.; BICAS, J. L.; MAROSTÍCA JR, M. R. **Biotecnologia de Alimentos.** Ed. 12, Editora Atheneu, São Paulo, SP, 2013.

PEPPIN, S.S.L.; ELLIOT, J.A.W. **Non-equilibrium thermodynamics of concentration polarization.** Advances in Colloid and Interface Science, Elsevier Science Publisher B.V, Amsterdam, v. 92, p. 1 – 72, 2001.

QURESHI, N.; LOLAS, A.; BLASCHEK, H. P. Soy molasses as fermentation substrate for production of butanol using *Clostridium beijerinckii* BA101. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 26, p. 290-295, 2001.

VELDMAN, A.; VEEN, W. A. G.; BARUG, D.; VAN PARIDON, P. A. Effect of a-galactosides and  $\alpha$ -galactosidase in feed on ileal piglet digestive physiology. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 69, p. 57-65, 1993.

SUAREZ, F. L.; SPRINGFIELD, J.; FURNE, J. K.; LOHRMANN, T. T.; KERR, P. S.; LEVITT, M. D. Gas production in humans ingesting a soybean flour derived from beans naturally low in oligosaccharides. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, p. 135-139, 1999.

SIQUEIRA, P. F. **Production of bio-ethanol from soybean molasses by *Saccharomyces cerevisiae*.** Master dissertation. Federal University of Paraná/Universities of Provence and of the Mediterranean Sea, Brazil/France, 2006.

SIQUEIRA, P. F.; KARP, S.G.; CARVALHO, J. C.; RODRÍGUEZ-LEÓN, J. A.; THOLOZAN, J. L.; SINGHANIA, R. R.; PANDEY, A.; SOCCOL, C. R. Production of bio-ethanol from soybean molasses by *Saccharomyces cerevisiae* at laboratory, pilot and industrial scales. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 8156-8163, 2008.

**Recebido:** 24 out. 2018.

**Aprovado:** 03 jul. 2020.

**DOI:** 10.3895/rebrapa.v10n3.8980

**Como citar:**

MANTOVANI, D. et al. Melhoria da qualidade do teor de açúcares de um subproduto agroindustrial após a passagem por membranas filtrantes. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 10, n. 3, p. 51-62, jul./set. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

**Correspondência:**

**Daniel Mantovani**

Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, Bloco D90, Bairro Jardim Universitário, CEP 87055-645, Maringá, Paraná, Brasil.

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

