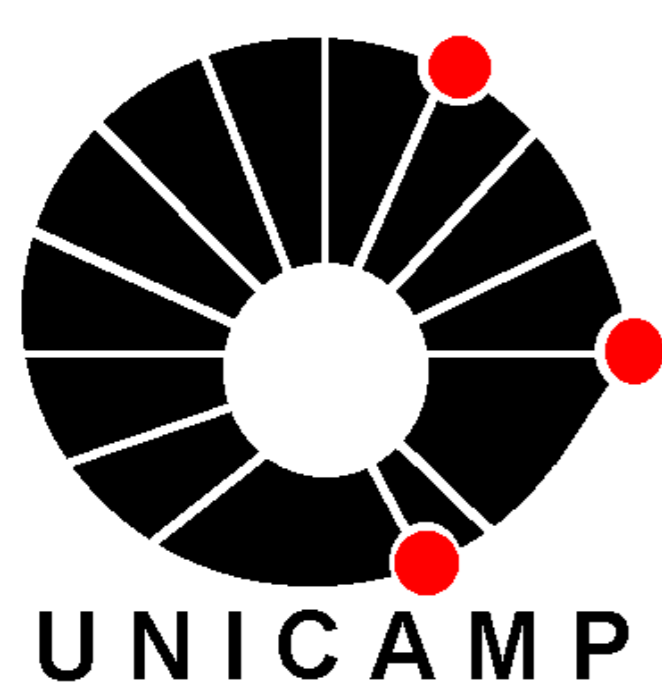


Avaliação da influência da temperatura e da pressão transmembrana na microfiltração do caldo de cana

Cozar¹, C. A.; Ferreira¹, R. E.; Schmidt², F. L.



¹Laboratório de Frutas, Hortaliças, Bebidas e Produtos Açucarados, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
²Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
E-mail: schmidt@fea.unicamp.br, telefone: (19) 3521-4017
Agência Financiadora: CNPq / PIBIC – UNICAMP



Palavras-chave: caldo de cana – microfiltração - clarificação

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma gramínea pertencente ao gênero *Saccharum* ssp., com a capacidade de sintetizar açúcares, com destaque para a sacarose, em sua estrutura através de fotossíntese. ⁽²⁾ O caldo de cana contém muitas impurezas, que podem estar na forma de compostos solúveis, coloidais, insolúveis; além de material em suspensão, como terra, pedaços de bagaço e cera, representando o material grosseiro. que, em grande parte, pode ser retirado por filtração. ⁽³⁾

Existem quatro processos de separação por membranas cuja força motriz é o gradiente de pressão em relação à superfície da membrana, também denominada de pressão transmembrana: microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa. ⁽⁵⁾

Considerando-se a natureza das impurezas presentes no caldo de cana (coloidal e macromolecular), é proposto a substituição das etapas de clarificação convencional do caldo, como a caleagem, a carbonatação, o aquecimento e a sulfitação, pelos métodos de microfiltração ou ultrafiltração. ⁽¹⁾

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção do caldo de cana foi utilizada cana-de-açúcar (*Saccharum* ssp) da variedade SP81-3250. A moagem foi realizada em moenda elétrica da Planta Piloto do Setor de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Os equipamentos foram devidamente sanitizados com solução de 10 ppm de cloro livre.

O caldo foi peneirado para a remoção de impurezas grosseiras em peneira de malha 0,125 mm; sendo, posteriormente, acondicionado em recipientes plásticos; e estocado em câmara de congelamento à $-18 \pm 2^\circ\text{C}$.

Os ensaios de microfiltração (**Tabela 1**) foram realizados em equipamento constituído por quatro módulos de filtração dispostos em série, sendo que cada um deles é composto por uma membrana tubular cerâmica de 0,2 μm de diâmetro de poro, 25 cm de comprimento, 7 mm de diâmetro interno e 10 mm de diâmetro externo. A área total de permeação corresponde a 0,02 m².

Tabela 1: Ensaios propostos no planejamento experimental

Ensaio	Valores decodificados (reais)	
	Temperatura (°C)	Pressão transmembrana (bar)
1	30	2,0
2	50	2,0
3	30	3,0
4	50	3,0
5	25,9	2,5
6	54,1	2,5
7	40	1,80
8	40	3,2
9 (C)	40	2,5
10 (C)	40	2,5
11 (C)	40	2,5

O caldo teve sua concentração de sólidos solúveis ajustada para 14°Brix e aquecido em banho termostatizado até atingir a temperatura prevista no planejamento experimental.

O aparelho foi colocado em operação, possibilitando o deslocamento do caldo através das membranas cerâmicas.



Figura 1: Microfiltrador utilizado nos ensaios.

O permeado e o retentado, de cada um dos ensaios experimentais, foram coletados e colocados em freezer para congelamento à $-18 \pm 2^\circ\text{C}$, para posteriormente serem analisados

As análises, feitas em triplicata, para o caldo bruto (diluído para 14°Brix) e para o permeado e o retentado foram:

pH, pol, massa específica, pureza aparente refratométrica, açúcares redutores, acidez titulável, cor, turbidez, pureza, sólidos solúveis e cinzas condutivimétricas.

Os dados provenientes foram tratados estatisticamente utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

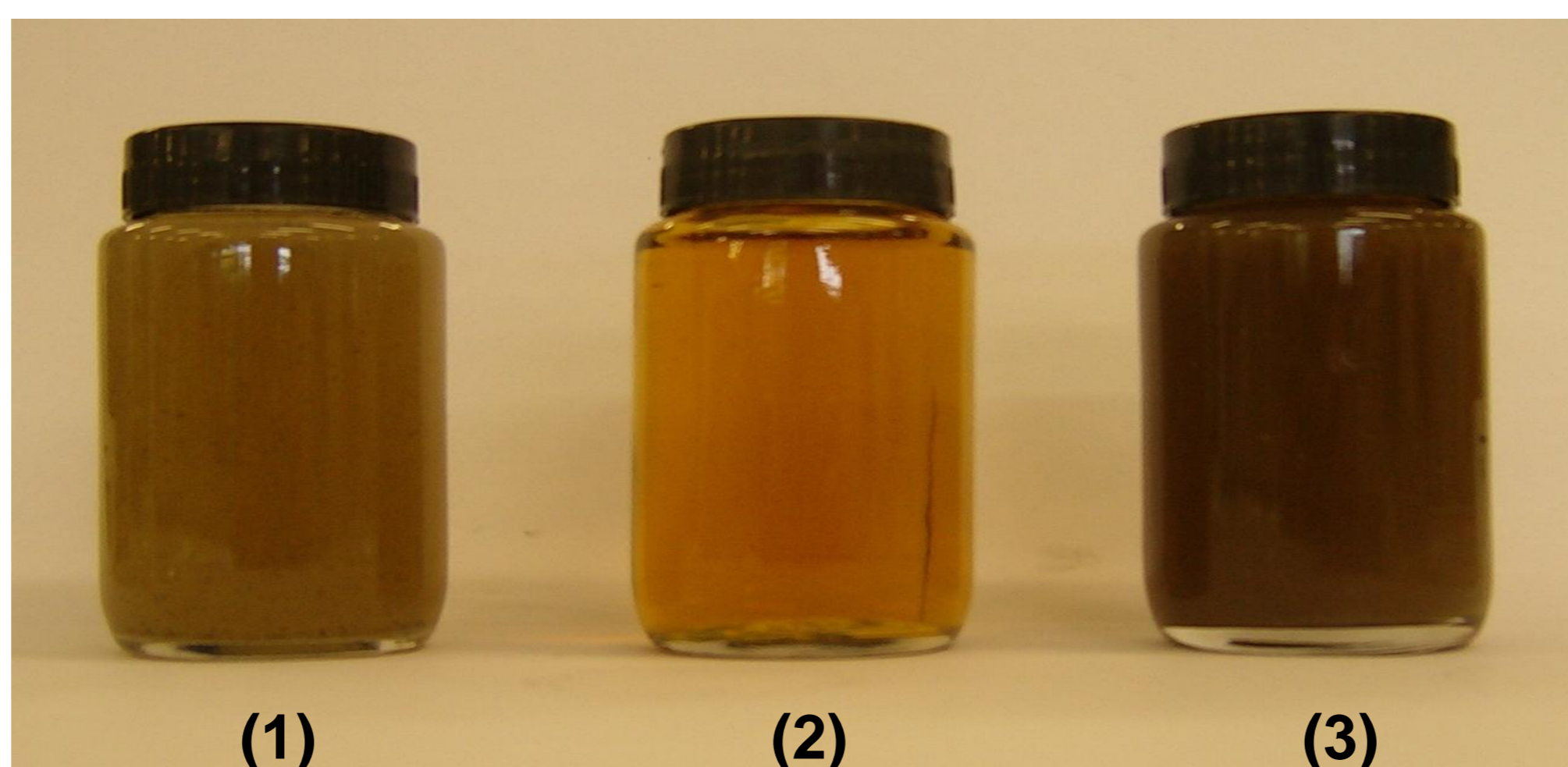


Figura 2: Resultado obtido após o processamento do caldo no microfiltrador: (1) Caldo Bruto (Padrão); (2) Permeado com pH ajustado previamente para 7,2; (3) Retentado com pH ajustado previamente para 7,2.

Através da **Figura 2**, é possível perceber diferenças no caldo após a sua passagem no equipamento.

Os resultados para as análises realizadas seguem abaixo:

- **pH:** variou de 4,66 para o caldo bruto a 5,35 para o permeado 2.
- **Sólidos Solúveis (°Brix):** variou de 13,56 para o permeado 9 a 14,93 para retentado 11.
- **Massa Específica (g/cm³):** variou de 1,048 para o permeado 1 a 1,060 para o retentado 4.
- **Cinzas Condutivimétricas (%):** variou de 0,13 a 0,15.
- **Viscosidade (cP):** variou de 2,67 para o permeado 2 a 2,94 para o retentado 10.
- **Acidez Titulável (mg ácido cítrico / 100 ml caldo) :** variou de 28 para o permeado 3 a 69 para o caldo bruto.

Pode-se observar que para essas análises citadas, entre as amostras de permeado e retentado, praticamente não houve variação.

Já para as análises de cor, turbidez, açúcar redutor (AR), quantidade de sacarose (Pol) e pureza, houve grande diferença nos resultados entre permeado e retentado.

• **Cor (U.I.):** os resultados para os permeados ficaram entre 4.275 (permeado 6) a 8.644 (permeado 4). O caldo bruto e os retentados tiveram resultados na faixa de 34.743.

• **Turbidez (NTU):** valores encontrados para permeado variam de 2 a 16, e para o retentado entre 1.439 e 3.221.

• **AR (%):** os valores referentes às amostras do permeado variam de 1,38% do permeado 2 e 2,77% do permeado 7. Para as amostras de retentado, a variação é de 1,48% do retentado 2 e 4,65% do retentado 11.

• **Pol (%):** para o permeado, a variação foi de 5,31 do permeado 7 a 7,03 do permeado 2. Para o retentado, os valores ficaram entre 4,17 do retentado 11 a 7,77 do retentado 10.

• **Pureza (%):** os valores para permeado variam de 39,8 do permeado 7 a 50,9 do permeado 2. Já para o retentado, os valores variam de 27,9 do retentado 11 a 53,6 do retentado 10.

A **Figura 3** foi feita através da Metodologia de Superfície de Resposta.

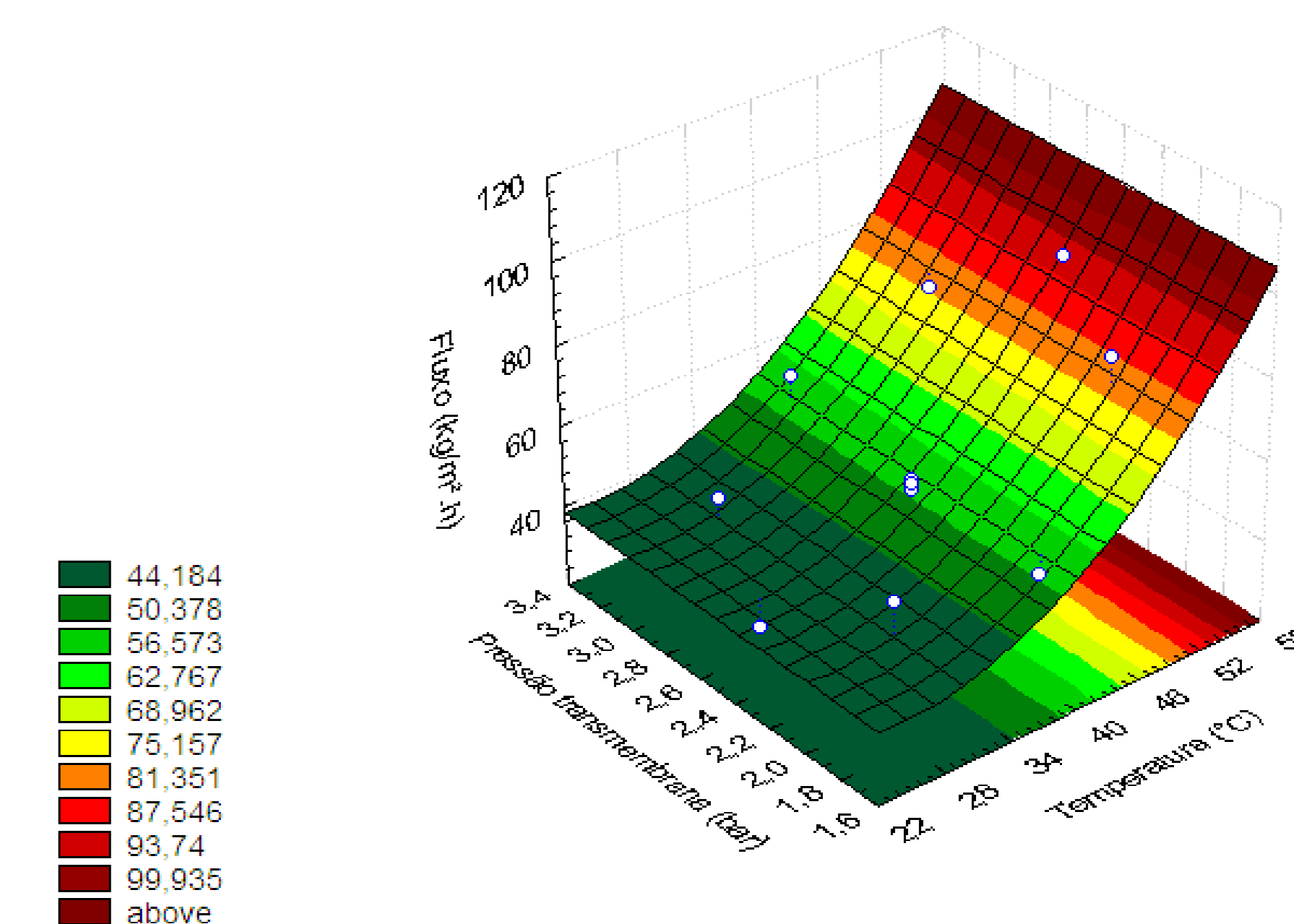


Figura 3: Fluxo de permeado em função da temperatura e da pressão transmembrana.

De acordo com o gráfico acima, pode-se verificar que o fluxo de permeado aumenta com o aumento da temperatura, não dependendo dos valores de pressão transmembrana. O mesmo comportamento foi observado durante ensaios de microfiltração de polpa de goiaba. ⁽⁴⁾

CONCLUSÃO

O processo de microfiltração apresentou resultados satisfatórios em relação às análises realizadas para o conjunto de amostras de permeado e de retentado. Mas, as variações na pressão transmembrana e na temperatura realizadas para cada ensaio, não mostraram influência significativa nas características estudadas.

Através da análise dos resultados, a variação da temperatura de cada ensaio influenciou o fluxo do permeado.

Assim, a microfiltração pode ser considerada uma nova maneira eficaz no processo de clarificação do caldo de cana, com o aspecto positivo de não gerar resíduos tóxicos, existente atualmente nas usinas com clarificação convencional.

REFERÊNCIAS

- (1) ABBARA, A. A.; ABDEL-RAHMAN, A. K.; BAYOUMI, M. R. Application of membrane filtration to the sugar industry, state of the art. In: THE 6th INTERNATIONAL MEMBRANE SCIENCE AND TECHNOLOGY CONFERENCE, 2007, Sydney. Disponível em: <http://www.membrane.unsw.edu.au/imstec03/content/papers/DAI/imstec092.pdf>. Acesso em: 06 abr.2010.
- (2) CENTRO DE TECNOLOGIA COPERSUCAR. Fundamentos dos processos de fabricação de açúcar e álcool. *Caderno Copersucar* – Série Industrial, nº 20, p. 1-12, 1999.
- (3) CHERYAN, M. *Ultrafiltration and microfiltration handbook*. Basset: Technomic Publishing Company, 1998. 527 p.
- (4) CLARETO, S.S. *Estudo da concentração de licopeno da polpa de goiaba utilizando o processo de microfiltração*. 149 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas, 2007.
- (5) DZIEZAK, J. D. Membrane separation technology offers processors unlimited potential. *Food Technology*, v. 44, nº 9, p. 108-113, 1990.