



Universidade Federal do Pampa

**Universidade Federal do Pampa**  
**Engenharia Química**  
**Laboratório de Engenharia Química II**  
**Profº Maurício Dalla Costa Rodrigues da Silva**  
**Profº Rodolfo Rodrigues**

## **EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO DE CORANTES PRESENTES NA BETERRABA (*Beta vulgaris* L.)**

### **Objetivo geral**

Realizar o ensaio de extração de corantes (betalaínas) presentes na beterraba com água.

### **Objetivos específicos**

- a) Caracterizar a matéria prima com relação à massa específica e a área específica;
- b) Caracterizar o leito fixo em relação a área específica e a porosidade;
- c) Determinar a cinética de extração das betalaínas (betacianinas e betaxantinas) presentes na beterraba;
- d) Discutir e determinar o coeficiente de transferência de massa para o processo experimental e a difusividade mássica dos corantes (betalaínas).

### **Materiais e reagentes**

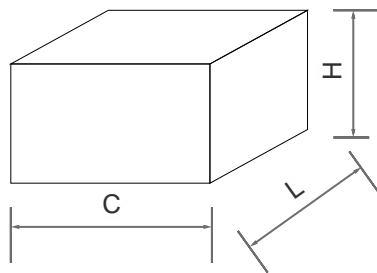
- Beterraba;
- Água;
- Coluna vertical de leito fixo;
- Banho de aquecimento;
- Bomba;
- Provetas;
- Béqueres;
- Espectrofotômetro UV-Visível;
- Picnômetro;
- Paquímetro;

## Procedimento

### Caracterização do particulado: Paquimetria

Corte a beterraba em cubos pequenos. Faça a paquimetria de 15 cubos e anote suas dimensões.

Calcule a área superficial ( $A_s$ ) do particulado, o volume da partícula ( $V$ ), seu comprimento característico médio ( $c_m$ ) e sua área específica ( $a$ )



$$A_s = 2(CL + LH + CH)$$

$$V = CLH$$

$$c_m = \frac{\bar{C} + \bar{L} + \bar{H}}{6}$$

$$a = \frac{\sum A_{s,i}}{\sum V_i}$$

Amostra	C (mm)	L (mm)	H (mm)	As (mm <sup>2</sup> )	V (mm <sup>3</sup> )
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

*Caracterização do particulado: Picnometria*

Corte cubos de beterraba com granulometria reduzida. Faça a picnometria para determinar a massa específica da beterraba. Não esqueça de fazer a calibração do picnômetro.

Amostra	$m_{\text{picnometro}} \text{ (g)}$	$m_{\text{picnometro+fluido}} \text{ (g)}$	$m_{\text{fluido}} \text{ (g)}$	$V_{\text{picnometro}} \text{ (mL)}$
1				
2				
3				
<b>Média</b>				

Amostra	$m_{\text{picnometro}} \text{ (g)}$	$m_{\text{picnometro+beterraba}} \text{ (g)}$	$m_{\text{beterraba}} \text{ (g)}$	$m_{\text{total}} \text{ (g)}$	$m_{\text{fluido}} \text{ (g)}$	$V_{\text{fluido}} \text{ (mL)}$	$V_{\text{beterraba}} \text{ (mL)}$
1							
2							
3							
<b>Média</b>							

*Caracterização do leito fixo*

Determine a porosidade do leito fixo ( $\varepsilon$ ) e a área específica do leito ( $a_{\text{leito}}$ ).

$$\varepsilon = \frac{\rho_{\text{leito}} - \rho_{\text{beterraba}}}{\rho_{\text{água}} - \rho_{\text{beterraba}}}$$

$$\rho_{\text{leito}} = \frac{m_{\text{total,leito}}}{V_{\text{leito}}}$$

$$a_{\text{leito}} = a(1 - \varepsilon)$$

### Determinação da cinética de extração de corantes<sup>1</sup>

Os dois corantes (betalaínas) analisados serão a betacianina e a betaxantina. As concentrações desses corantes são determinadas em função da absorvância em determinados comprimentos de onda.

A betacianina absorve luz no comprimento de onda de 536 nm e a betaxantina no comprimento de 480 nm. As concentrações de betacianina ( $C_{BC}$ ) e betaxantinas ( $C_{BX}$ ) são determinadas conforme as expressões abaixo:

$$C_{BC} = \frac{(A_{536} - A_{600}) \cdot MM_{BC} \cdot FD \cdot 1000}{\varepsilon_{BC} \cdot n_d}$$

$$C_{BX} = \frac{(A_{480} - A_{600}) \cdot MM_{BX} \cdot FD \cdot 1000}{\varepsilon_{BX} \cdot n_d}$$

Dados	Betacianina	Betaxantina
$\varepsilon$ (L/mol.cm)	60000	48000
MM (g/mol)	550	308

Siglas:

$A$  – Absorvância;

$C$  – Concentração de corante (mg/L);

$MM$  – Massa molar do corante (g/mol);

$FD$  – Fator de diluição da solução analisada;

$\varepsilon$  – Absortividade molar do corante (L/mol.cm);

$n_d$  – Comprimento do caminho ótico da cubeta (= 1 cm);

Índices:

$BC$  – Betacianina;

$BX$  – Betaxantina;

536 – Comprimento de onda 536 nm (absorvância de betacianina);

600 – Comprimento de onda 600 nm (absorvância de interferentes);

480 – Comprimento de onda 480 nm (absorvância de betaxantina);

Construa a curva cinética da concentração de corante em função do tempo.

A extração deve ser feita com água a uma vazão de \_\_\_\_\_ mL/min e uma temperatura de \_\_\_\_\_ °C (valores fornecidos pelo professor no início da prática). O intervalo de tempo de coleta será o tempo necessário para coletar 50 mL de extrato em uma proveta devidamente aferida. Para tanto, utilizar 2 provetas de 50 mL para as coletas.

*Determinação dos coeficientes de transferência de massa por convecção e por difusão (difusividade mássica) para cada corante*

O coeficiente de transferência de massa por convecção pode ser determinado em função da taxa de transferência de massa:

$$\frac{dm}{dt} = hA_{transf}(C - C_{\infty})$$

Onde:

$\frac{dm}{dt}$  – Taxa de transferência de massa (mg/s);

$h$  – Coeficiente de transferência de massa por convecção (m/s);

$A_{transf}$  – Área de transferência de massa (m<sup>2</sup>) calculada como

$$A_{transf} = a_{leito}V_{leito};$$

$C$  – Concentração mássica de corante na beterraba (mg/m<sup>3</sup>).

$C_{\infty}$  – Concentração mássica de corante na corrente de água (mg/m<sup>3</sup>)

Determine a difusividade mássica do corante ( $D_{corante,\acute{a}gua}$ )

$$D_{corante,\acute{a}gua} = hc_m$$

$D_{corante,\acute{a}gua}$  – Difusividade mássica do corante em água (m<sup>2</sup>/s);

$c_m$  – Comprimento médio característico (m).

<sup>1</sup> SEMEDO, A. C. J. **Compostos bioativos de *Opuntia ficus indica***. Dissertação (Mestrado em Controlo da Qualidade e Toxicologia dos Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2012.