



**UFSM**

# **DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE ALGUNS PROCESSOS DE ADSORÇÃO EM ESCALA INDUSTRIAL**

***Nehemias Curvelo Pereira***  
**DEQ/UEM**



# SUMÁRIO

- ❖ Reflexão Inicial;
- ❖ Remoção de Amônia dos Vapores dos Dutos dos Transportadores de Pás - Six/Petrobrás;
- ❖ Purificação de Biodiesel Etílico;
- ❖ Purificação de Glicerina Bruta;
- ❖ Uso de Adsorventes Alternativos na Purificação de Alguns Materiais.



# Reflexão Inicial

- O homem é um agente de alteração dos ciclos naturais. As conquistas da humanidade causam perturbações no equilíbrio da natureza.
- Essas mudanças ambientais estão diretamente relacionadas com o comportamento humano.



**AÇÃO CONTÍNUA  
DO HOMEM**



**Entretanto o homem precisa continuamente  
de energia para sua sobrevivência.**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
PROJETO – SIX / PETROBRAS

***REMOÇÃO DE AMÔNIA DOS VAPORES DOS  
DUTOS DOS TRANSPORTADORES DE PÁS***

Coordenador: Nehemias Curvelo Pereira  
Participantes: Pedro Augusto Arroyo  
Marcelino Luiz Gimenes  
Djeine Cristina Schiavon Maia  
Giane Gonçalves Lenzi



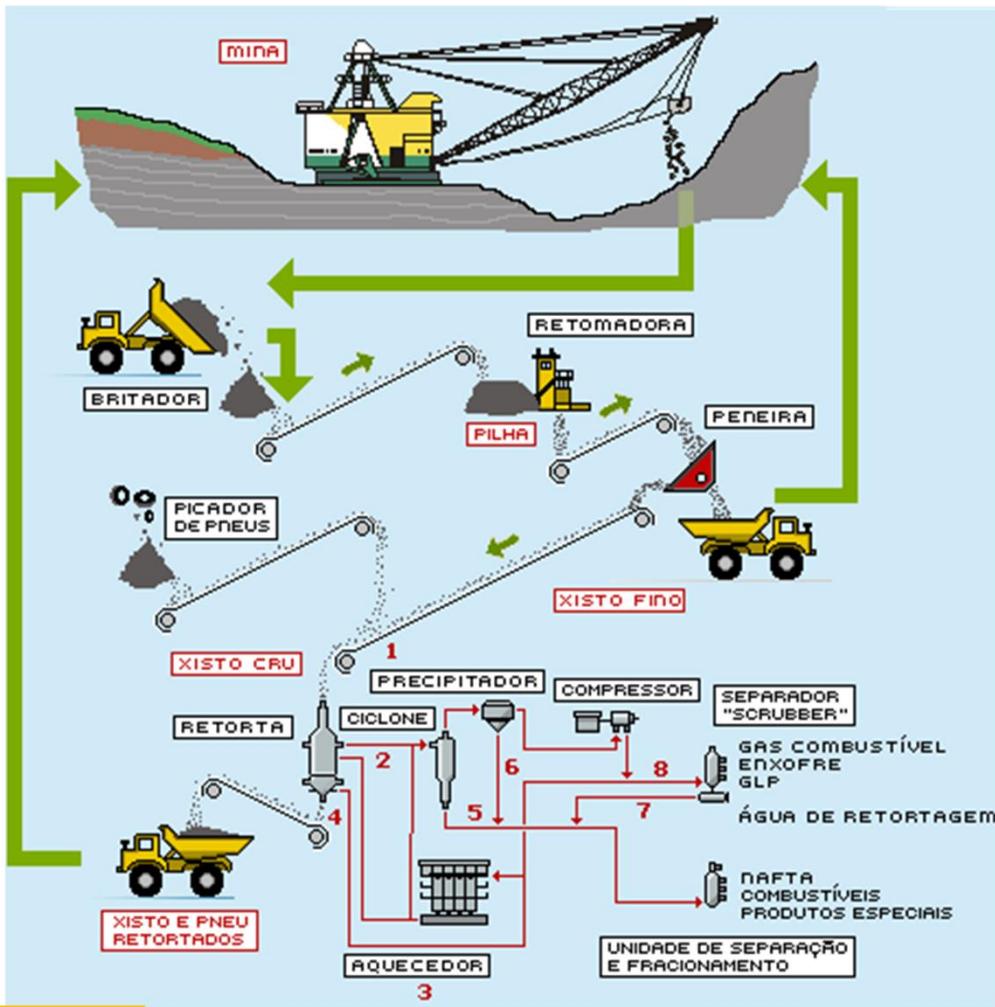
**PETROBRAS**

# ADSORÇÃO DE NH<sub>3</sub>

- Gás tóxico e corrosivo na presença de umidade;
- No sistema respiratório, leva à retenção da urina;
- No ar, causa irritação nos olhos;
- No ambiente aquático, causa o crescimento excessivo de algas; tóxico concentrações 0,2 mg/L.



# PROCESSO SIX



**PETROBRAS**

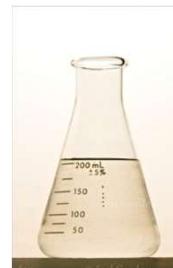


# ESCOLHA DE ZEÓLITAS COMO ADSORVENTE

Pré-tratamento



Eliminar impurezas provenientes da síntese e qualquer cátion de compensação que não seja o sódio.



4 x

NaCl 1M por 1 h

Peletizadas,  
Moídas - Diâmetro  
Elutriadas

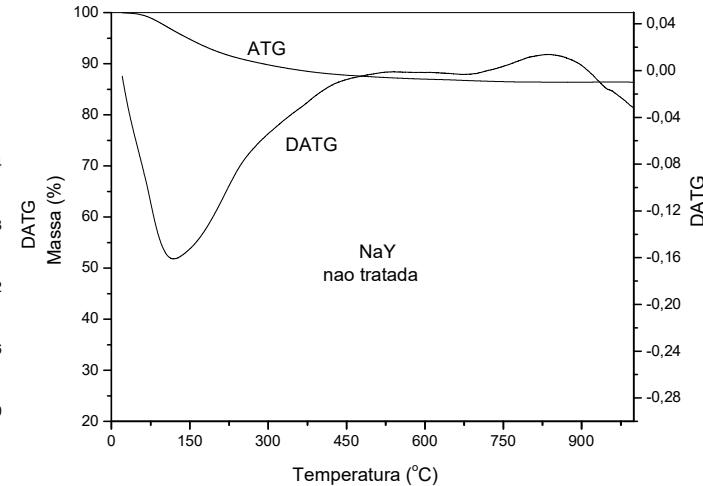
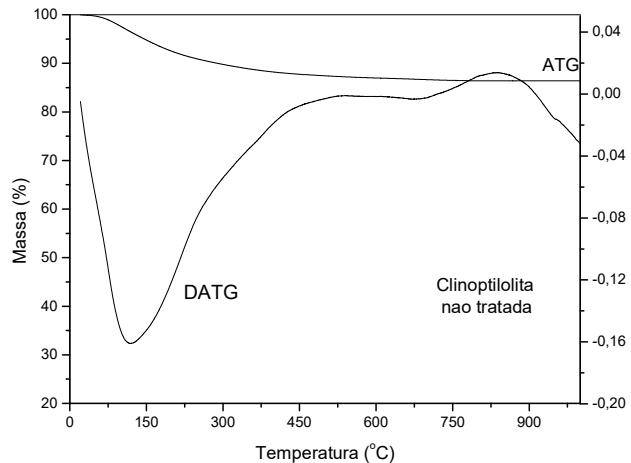


**PETROBRAS**

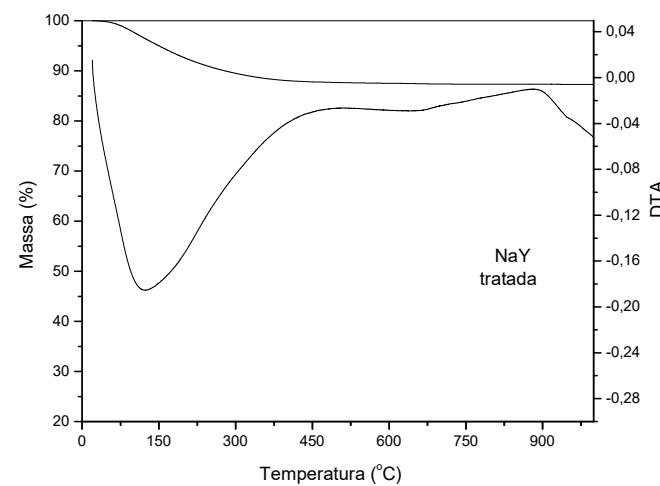
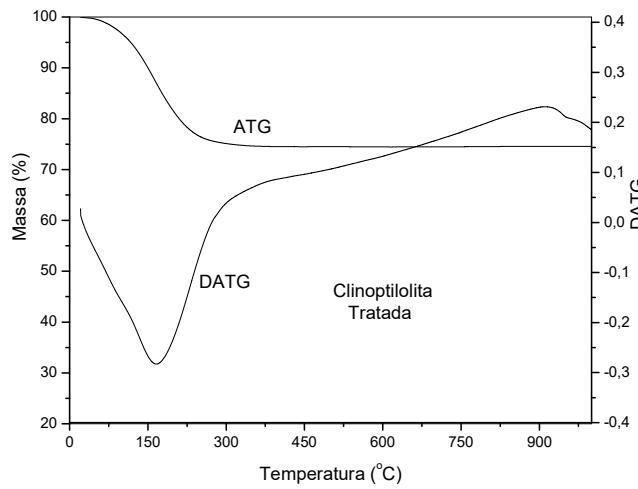
# CARACTERIZAÇÃO DAS ZEÓLITAS

## ANALISE TERMOGRAVIMÉTRICA

Sem pré-  
tratamento

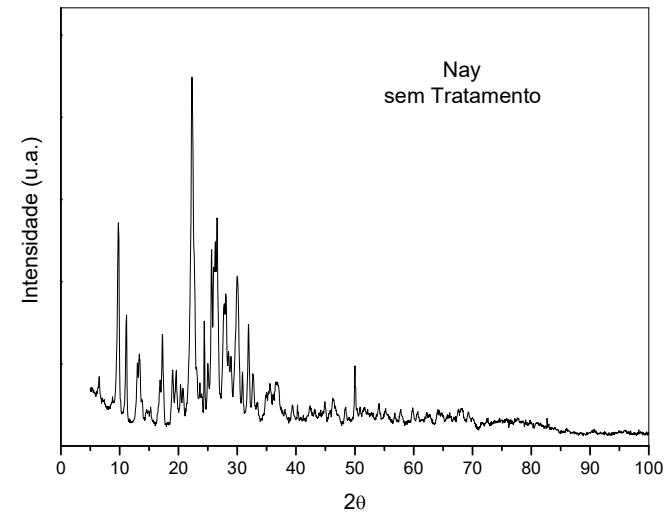
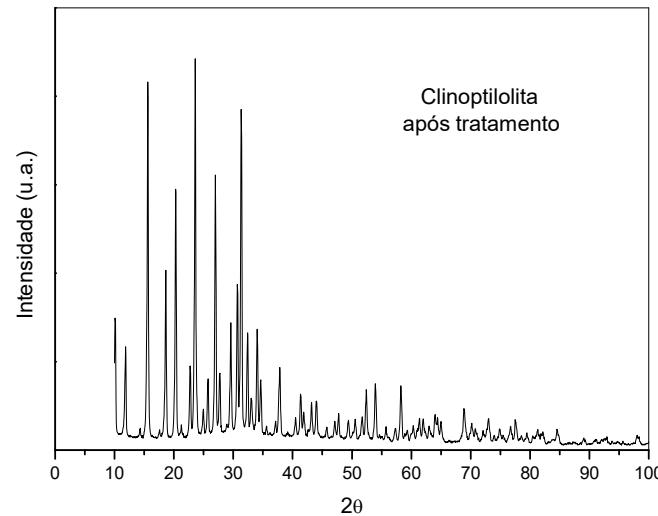
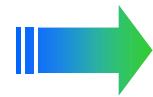


Após o pré-  
tratamento

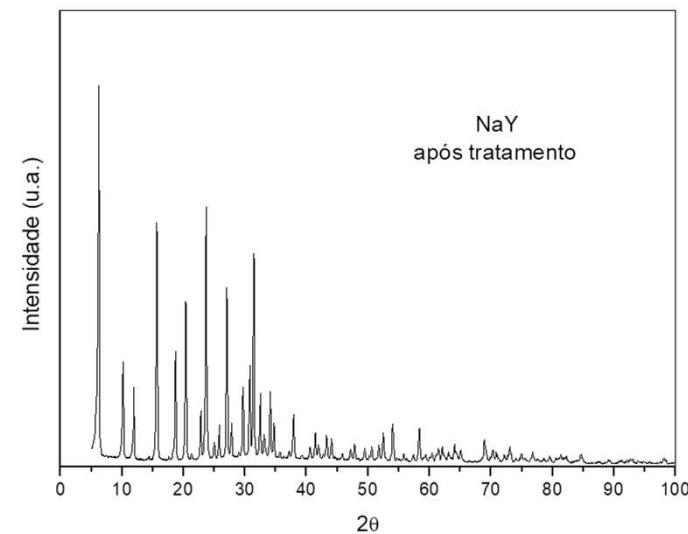
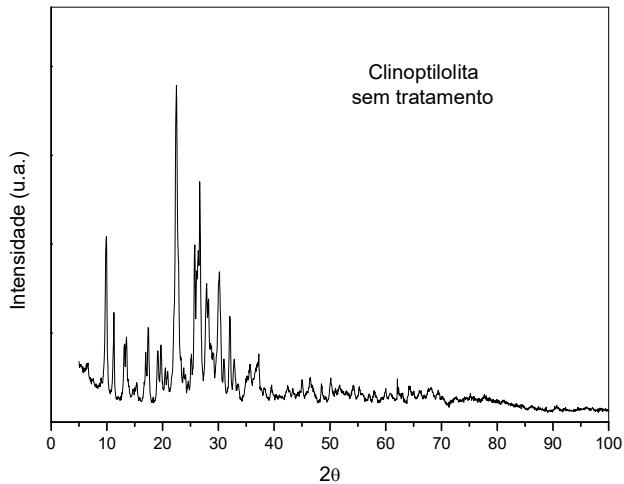


# Difração de Raios X (DRX)

**Sem pré-  
tratamento**



**Após o pré-  
tratamento**



# Absorção atômica

ABERTURA  
DA AMOSTRA



HNO<sub>3</sub>:HCl

+

HF

AQUECIMENTO  
(SOLUÇÃO LÍMPIDA)

REFRIAMENTO  
DILUÍÇÃO  
LEITURA



H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>  
(4%)

+

HCl



Amostra

% SiO<sub>2</sub>  
(m/m)

% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
(m/m)

Si/Al  
(molar)

*Clinoptilolita*

62,9

10,0

5,3

*NaY*

66,4

19,9

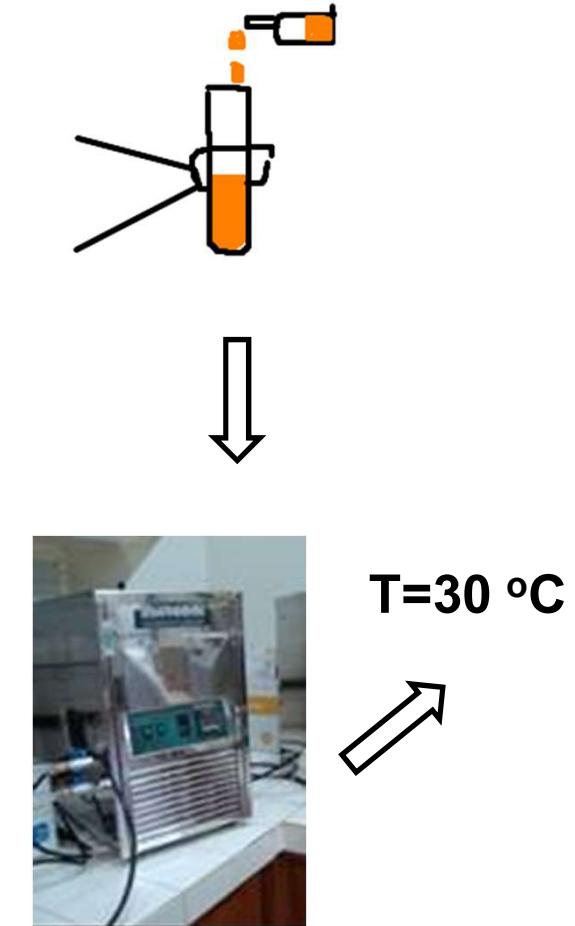
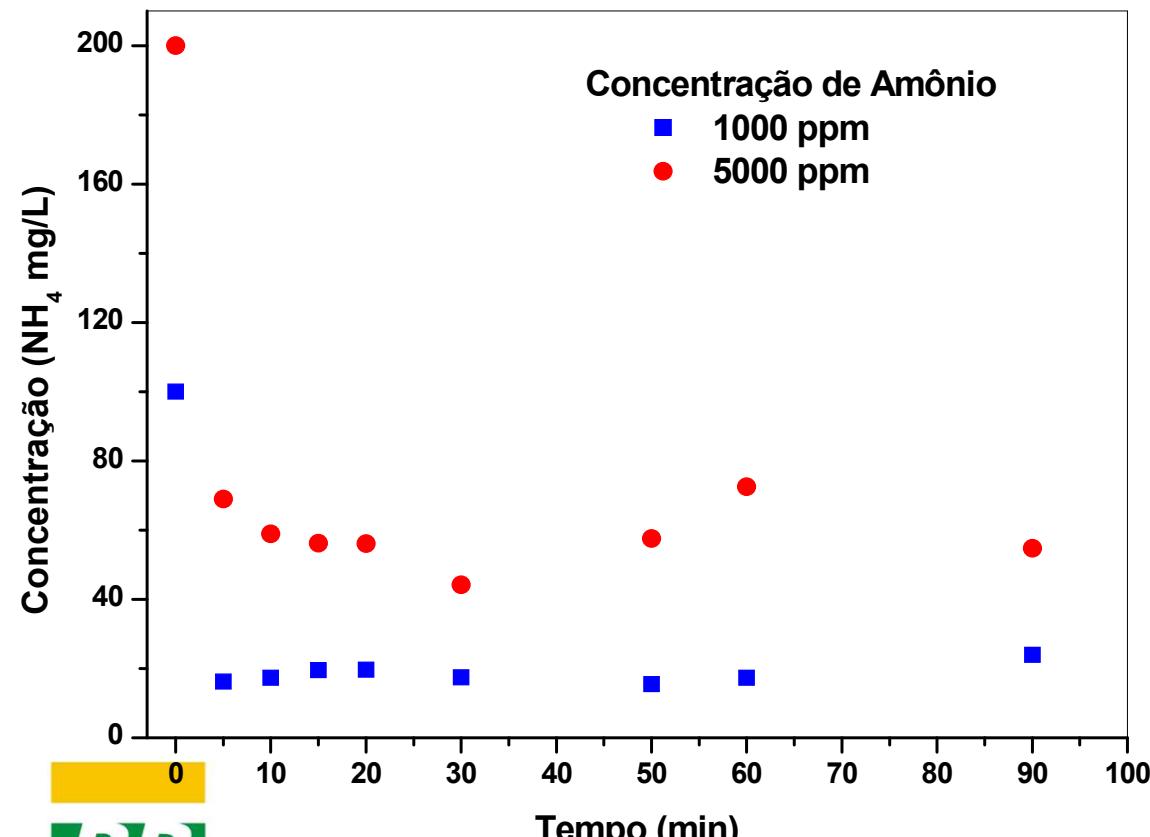
2,8



**PETROBRAS**

## TESTES PRELIMINARES - BATELADA

Diferentes concentrações NH<sub>3</sub>  
Massa de zeólita de 200 mg (NaY )

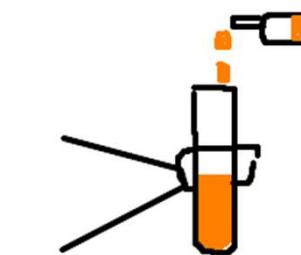
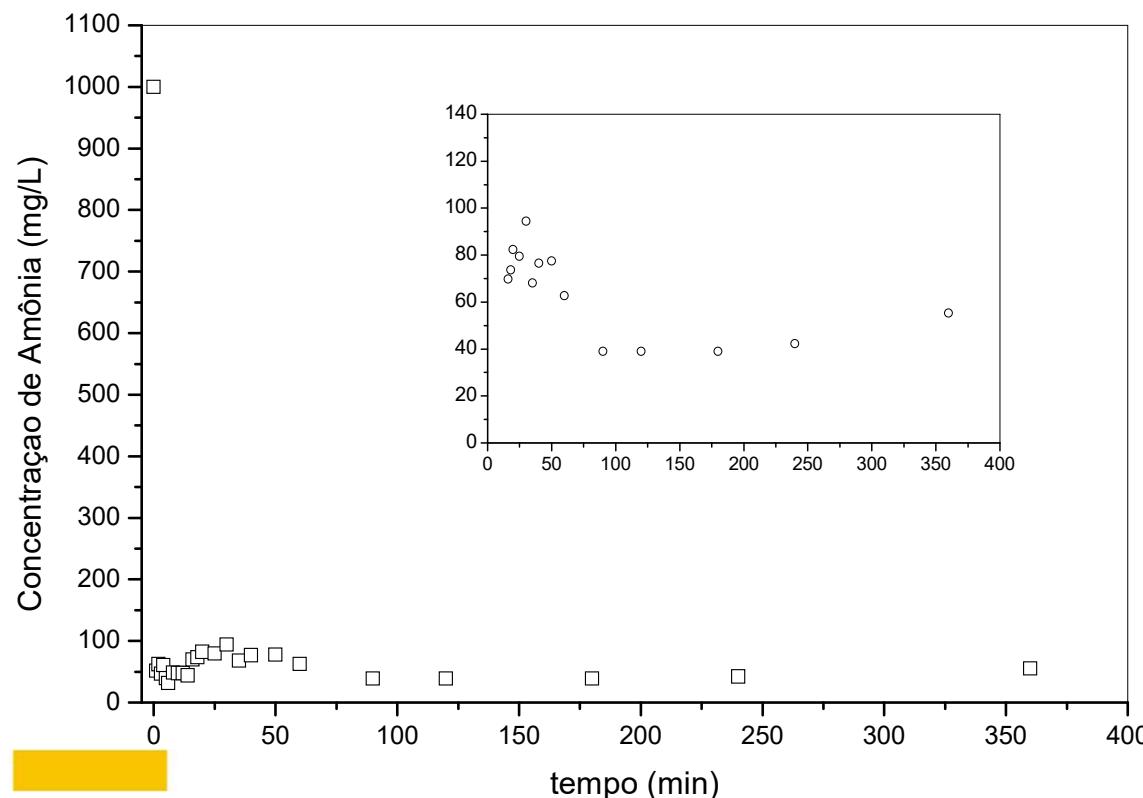


## TESTES PRELIMINARES - BATELADA

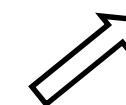
| Zeólita        | Concentração de amônia |                                     |           |                                     |
|----------------|------------------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------------------|
|                | 10000 ppm              |                                     | 25000 ppm |                                     |
|                | Massa (g)              | C <sub>[NH<sub>3</sub>]</sub> (ppm) | Massa (g) | C <sub>[NH<sub>3</sub>]</sub> (ppm) |
| Clinoptilolita | 0,1005                 | 115,4                               | 0,1033    | 568,1                               |
|                | 0,5019                 | 45,3                                | 0,5035    | 526,6                               |
|                | 1,0223                 | 22,8                                | 1,0018    | 304,5                               |
| NaY            | 0,1042                 | 62,3                                | 0,1010    | 508,7                               |
|                | 1,0119                 | 17,8                                | 1,0315    | 136,2                               |
|                | 2,0004                 | 9,4                                 | 2,0032    | 70,9                                |

## DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE EQUILÍBRIO

Zeólita NaY (200mg)  
Concentração 1000 ppm

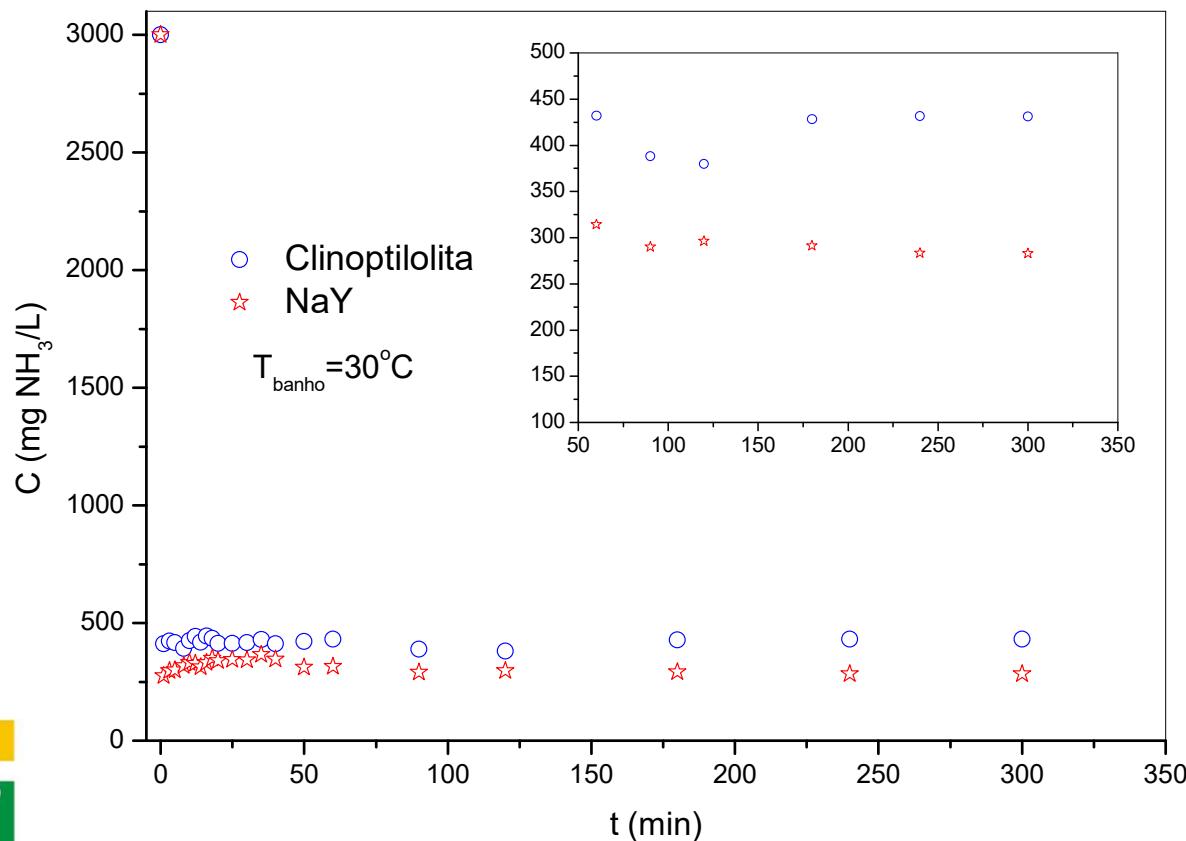


$T = 30^\circ\text{C}$

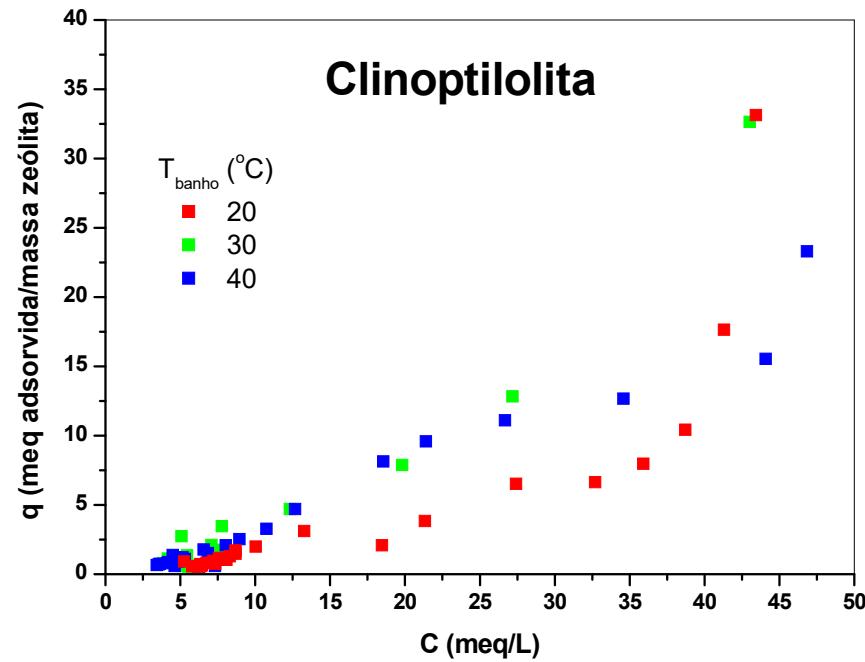
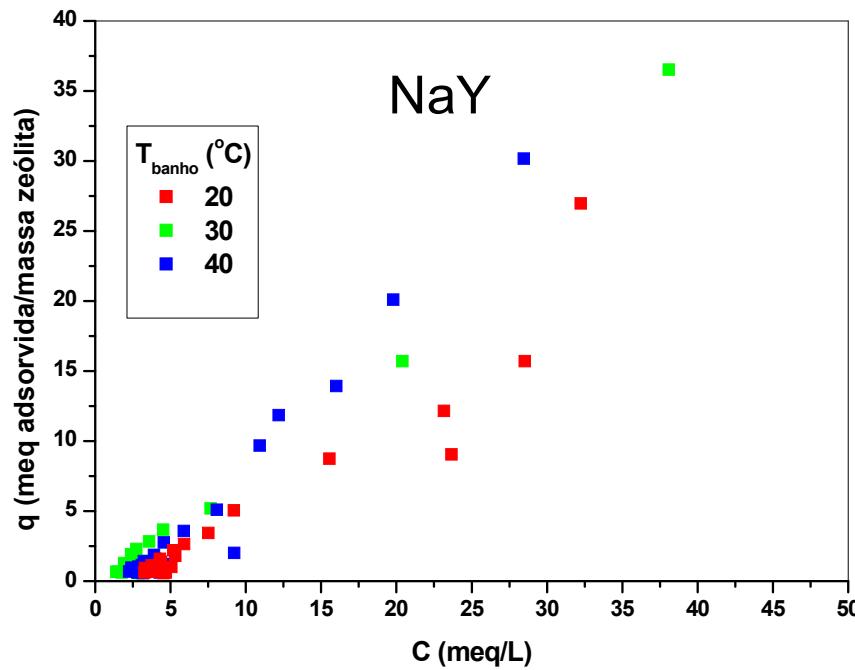


## DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE EQUILÍBRIO

200mg de Zeólita -  $T_{\text{banho}} = 30^{\circ}\text{C}$   
Concentração 3000 ppm



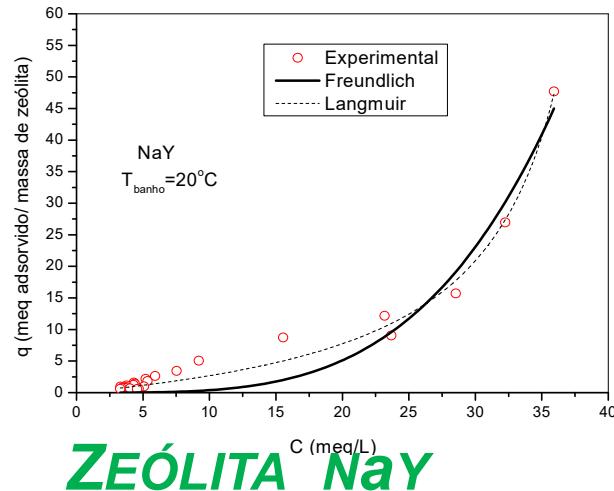
# ISOTERMAS DE ADSORÇÃO



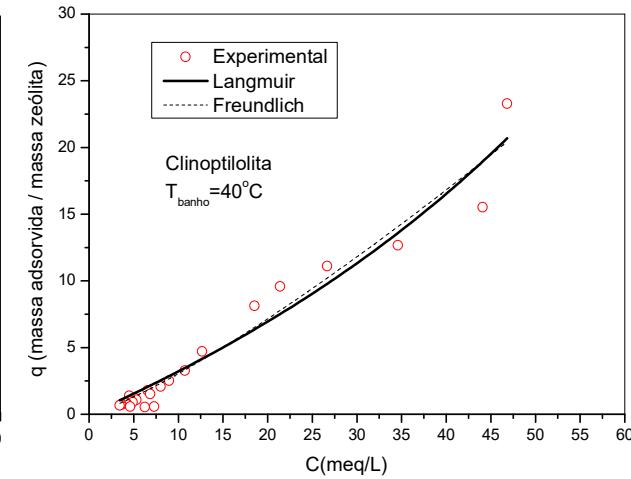
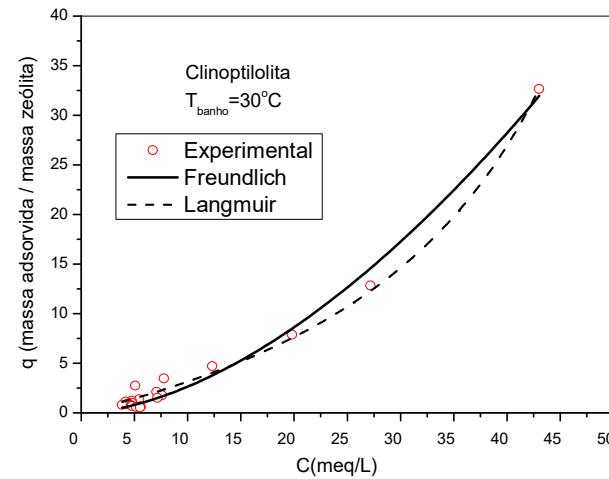
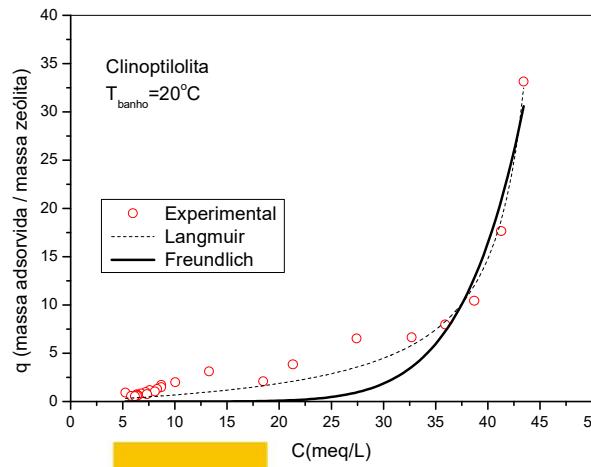
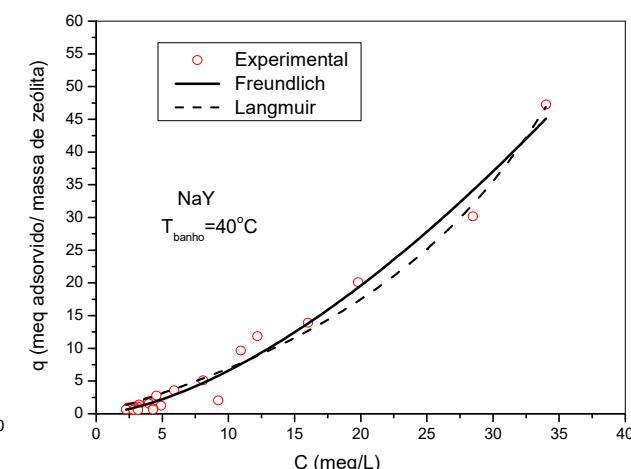
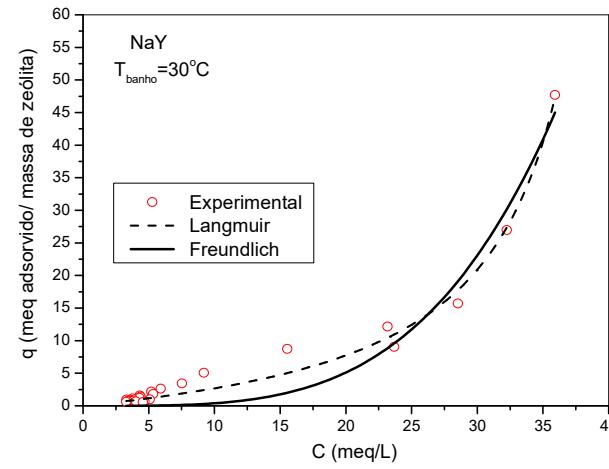
Predomínio de adsorção em multicamada

# AJUSTE AOS MODELOS DE LANGMUIR E FREUNDLICH

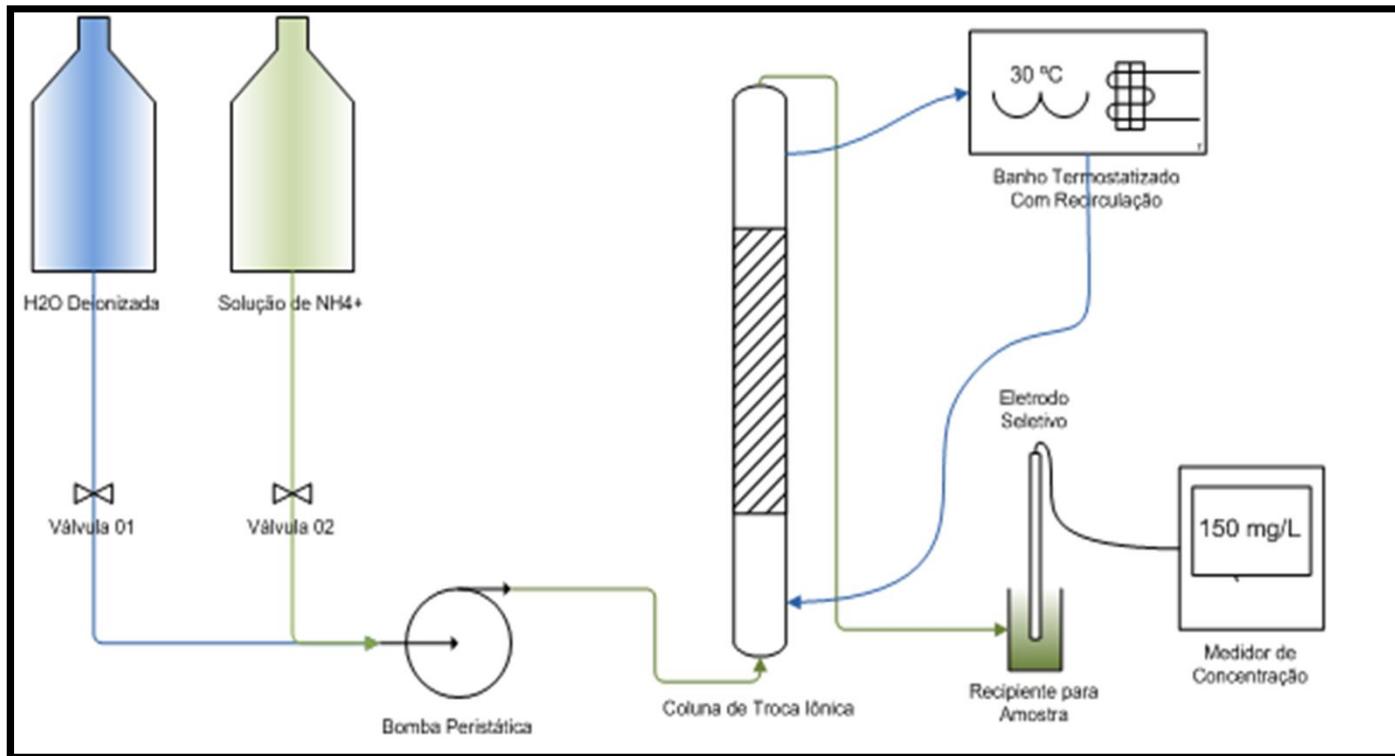
## ZEÓLITA CLINOPTILOLITA



## ZEÓLITA NaY



# TROCA IÔNICA DINÂMICA



# TROCA IÔNICA DINÂMICA

Condições de operação ótimas

Vazão (10 mL/min)



Diâmetro de partícula

( $0,149 < dp < 0,210$  mm)

Trabalhos anteriores  
do grupo LATI/UEM



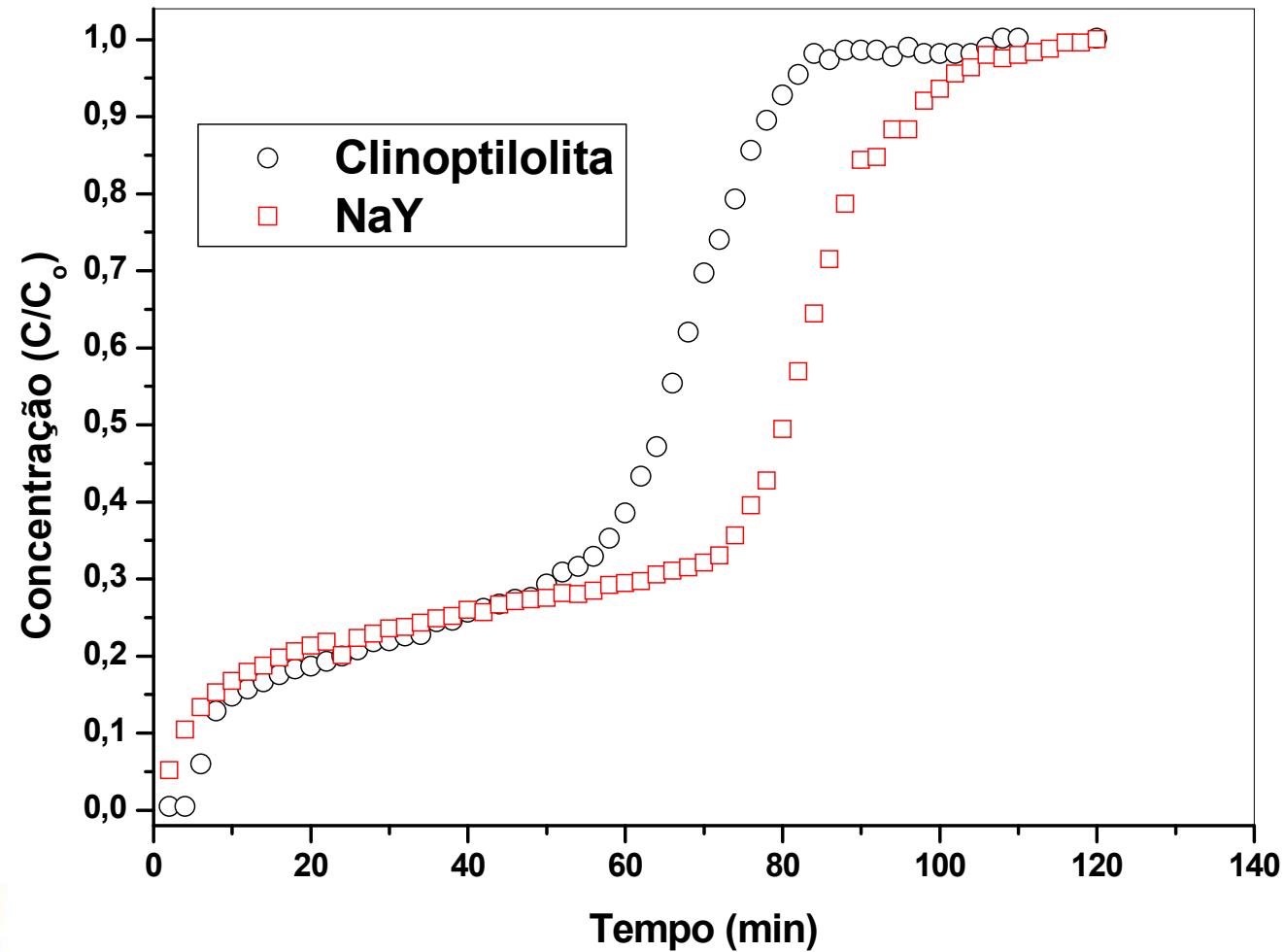
## CURVAS DE RUPTURA

Condições Experimentais

- 4g de zeólita
- $T_{banho} = 30^\circ\text{C}$
- Efluente Sintético / Efluente Real



## CURVAS DE RUPTURA – EFLUENTE SIX /PETROBRÁS



## PARÂMETROS CALCULADOS NA TROCA IÔNICA DE AMÔNIA EFLUENTE REAL

| <b>Zeólita</b>           | <b><math>H</math><br/>(cm)</b> | <b><math>H_{UNB}</math><br/>(cm)</b> | <b><math>U_i^{tu}</math><br/>(mg/g)</b> | <b><math>U_i^{tu}/ U_i^{tt}</math></b> |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| <b>NaY</b>               | 14,0                           | 0,39                                 | 1,92                                    | 0,03                                   |
| <b>Clinoptilolita 4g</b> | 9                              | 0,73                                 | 4,54                                    | 0,08                                   |
| <b>Clinoptilolita 6g</b> | 11,0                           | 1,05                                 | 6,01                                    | 0,09                                   |



# CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DOS VAPORES DO DUTO TRANSPORTADOR DE PÁ – SIX/ PETROBRAS

**Tabela 1:** Resultados de espectroscopia de absorção atômica para amostra coletada na SIX.

| Metal<br>Ago/10<br>Amostras | Fe<br>(mg/L) | K<br>(mg/L) | Mn<br>(mg/L) | Ni<br>(mg/L) | Pb<br>(mg/L) | Si<br>(mg/L) | Zn<br>(mg/L) |
|-----------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                           | 0,052        | 0,081       | 0,005        | 0,049        | 0,146        | 0,365        | 0,136        |
| 2                           | 0,038        | 0,077       | 0,006        | n.d.         | 0,162        | 0,221        | 0,137        |
| média                       | 0,045        | 0,079       | 0,0055       | 0,049        | 0,154        | 0,293        | 0,1365       |

| Metal<br>Ago/10<br>Amostras | Al<br>(mg/L) | B<br>(mg/L) | Ba<br>(mg/L) | Ca<br>(mg/L) | Cd<br>(mg/L) | Co<br>(mg/L) | Cu<br>(mg/L) | Hg<br>(mg/L) |
|-----------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                           | 0,138        | 194,14      | 0,379        | n.d.         | 0,007        | 0,057        | 0,094        | 3,653        |
| 2                           | 0,181        | 145,28      | 0,256        | n.d.         | 0,009        | 0,056        | 0,071        | 2,697        |
| média                       | 0,1595       | 169,71      | 0,3175       | n.d.         | 0,008        | 0,0565       | 0,0825       | 3,175        |

*Demanda Química de Oxigênio*

$$\begin{aligned}DQO &= 1155 \text{ mgL}^{-1} \\DQO &= 1135 \text{ mgL}^{-1}\end{aligned}$$

\* Legislação efluentes líquido para Industria química e petroquímica DQO < 250 mg/L



## CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DOS VAPORES DO DUTO TRANSPORTADOR DE PÁ – SIX/ PETROBRAS

**Tabela 2:** Resultados de espectroscopia de absorção atômica para amostra 2 coletada na SIX.

| Metal<br>jan/11<br>Amostras | B<br>(mg/L<br>) | Ba<br>(mg/L) | Ca<br>(mg/L) | Cu<br>(mg/L) | Hg<br>(mg/L) | Fe<br>(mg/L) | K<br>(mg/L) |
|-----------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 1                           | 0               | 0,609        | 4,11         | 0,182        | 0,0105       | 0,22         | 0,139       |
| 2                           | 0               | 0,902        | 5,58         | 0,170        | 0,0099       | 0,12         | 0,129       |
| média                       | 0               | 0,755        | 4,845        | 0,176        | 0,0102       | 0,17         | 0,134       |

| Metal<br>Jan/11<br>Amostras | Pb<br>(mg/L) | Si<br>(mg/L) | Zn<br>(mg/L) |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                           | 0,013        | 0,09         | 0,304        |
| 2                           | 0            | 0            | 0,322        |
| média                       | 0,0065       | 0,045        | 0,313        |



## CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS SIX/PETROBRAS

| Local da Coleta                              | Concentração de Amônia (mg/L) |
|--|-------------------------------|
| Amostra da água coletada no dreno TP-23001 A | 127,76                        |
| Amostra da água coletada no dreno TP-23001 B | 121,93                        |
| Amostra de água na chaminé dos TP            | 1333,88                       |

**PADRÕES**

**RESOLUÇÃO CONAMA no 397, de 3 de abril de 2008**

**Nitrogênio amoniacal total 20,0 mg/L**



**PETROBRAS**

**Qualidade de Água**

## CONCLUSÕES DESTE PROJETO

- Existe grande disponibilidade dos adsorventes, no mercado nacional, a um custo acessível;
- A construção dos equipamentos do processo apresenta baixo grau de complexidade;
- Os custos de montagem, operação e construção dos equipamentos, são mais baixos do que de outras tecnologias de separação;
- O processo apresenta facilidade e possibilidade de acompanhamento em todas as suas etapas;
- O scale-up do processo é viável para a demanda existente na planta industrial da SIX.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
PROJETO – BSBIOS / PETROBRAS



**PURIFICAÇÃO DE BIODIESEL  
ETÍLICO POR ADSORÇÃO**

Coordenador: Nehemias Curvelo Pereira  
Participantes: Marcelo Fernandes Vieira  
Douglas Rafael Aguiar

## Unidade de transesterificação da BSBIOS - PETROBRAS no Paraná

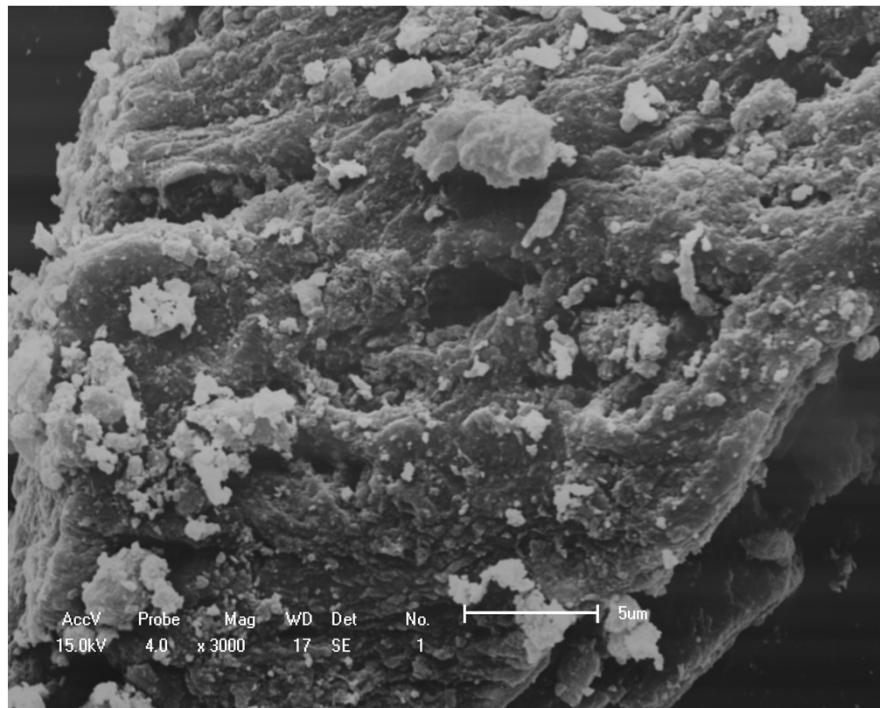


Capacidade de produção de 288 milhões de litros por ano

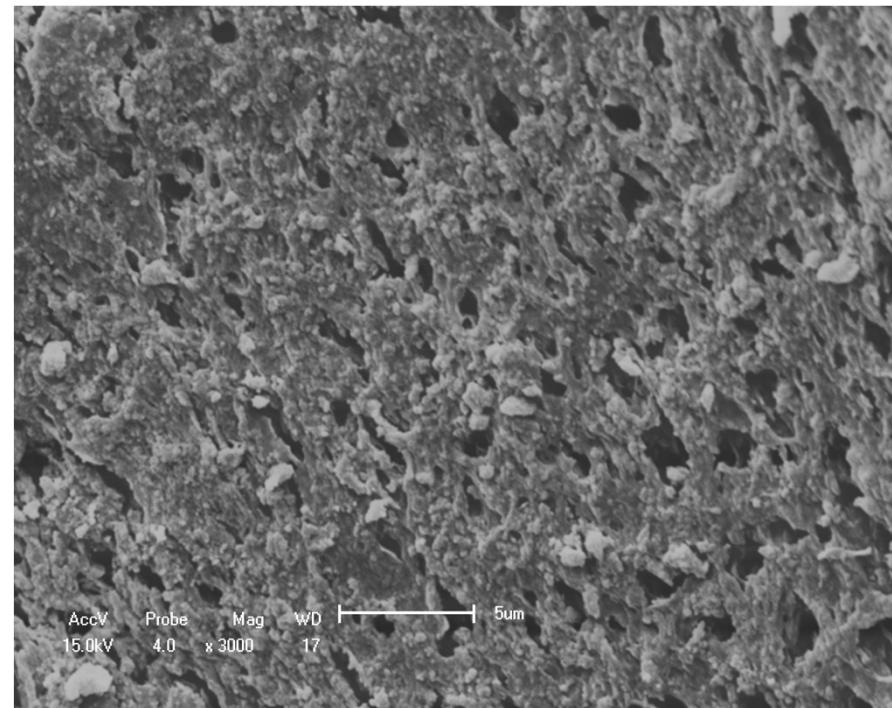
# CARACTERIZAÇÃO DO ADSORVENTE

- **Escolha do adsorvente**
  - Carvão de ossos.
- **Modificação e caracterização do adsorvente**
  - Tratamento químico do carvão com solução ácido nítrico por uma hora a 60°C.
  - Determinação do pH;
  - Microscopia Eletrônica de Varredura;
  - Difrações de Raios X;
  - Espectroscopia de Infravermelho;
  - Área Superficial, Diâmetro e Volume de Poros, por Adsorção de N<sub>2</sub>, em BET.

## MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA



Carvão não tratado

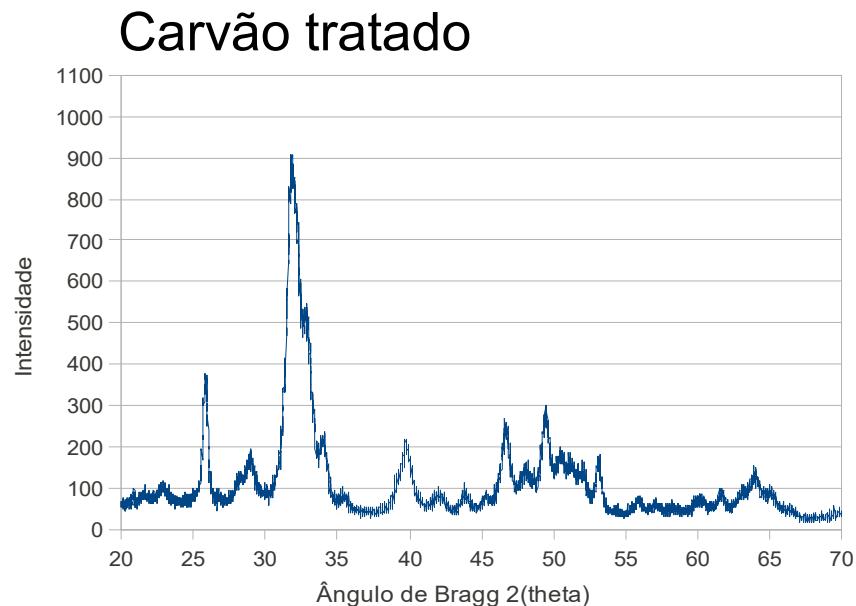


Carvão tratado

# DIFRAÇÕES DE RAIOS X

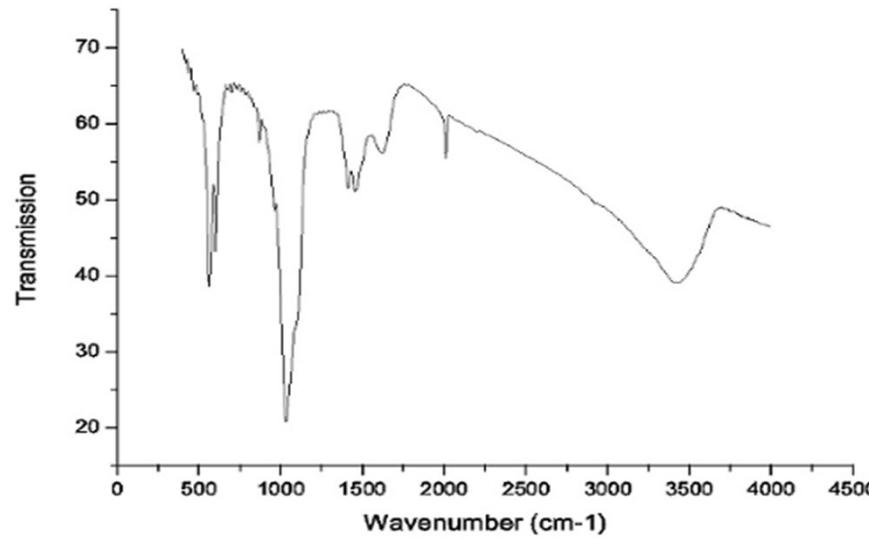


Picos de Hidroxiapatita e Calcita



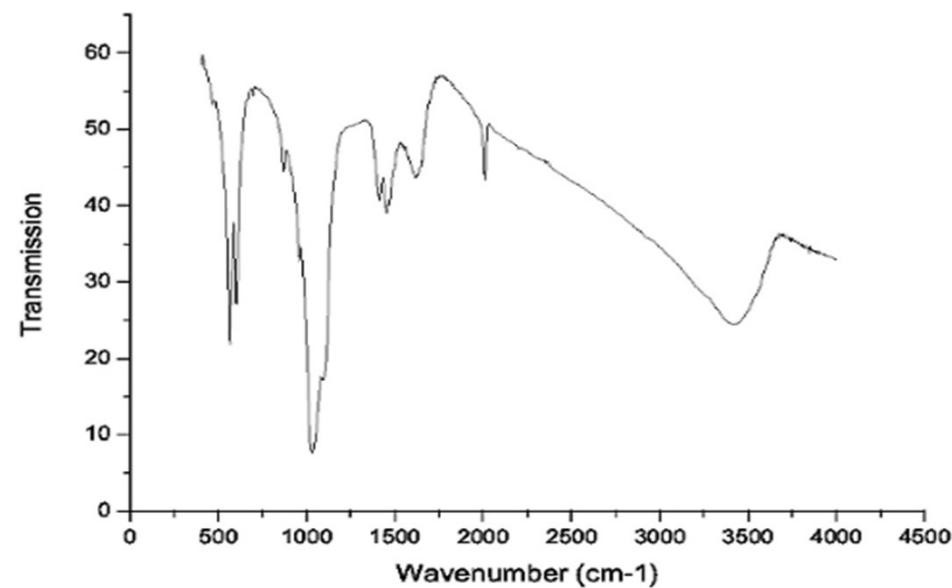
## ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO

Carvão não tratado



OH – 600 a 3400 cm<sup>-1</sup>  
NO<sub>3</sub> – 1500 cm<sup>-1</sup>  
CO<sub>3</sub>[2-](Calcita) – 1750 cm<sup>-1</sup>  
PO<sub>4</sub>[2-](Hidroxiapatita) – 1000 cm<sup>-1</sup>

Carvão tratado



# ADSORÇÃO DE NITROGÊNIO

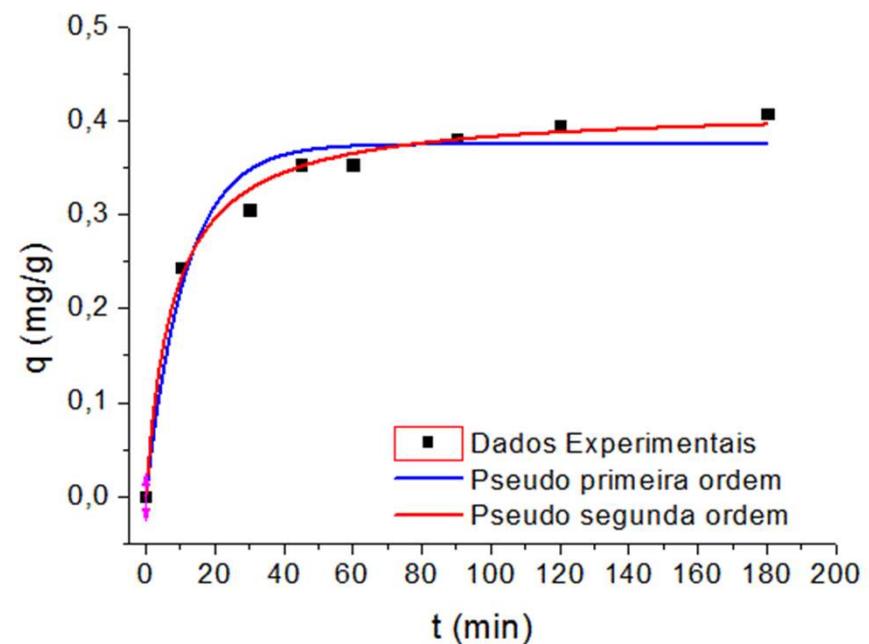
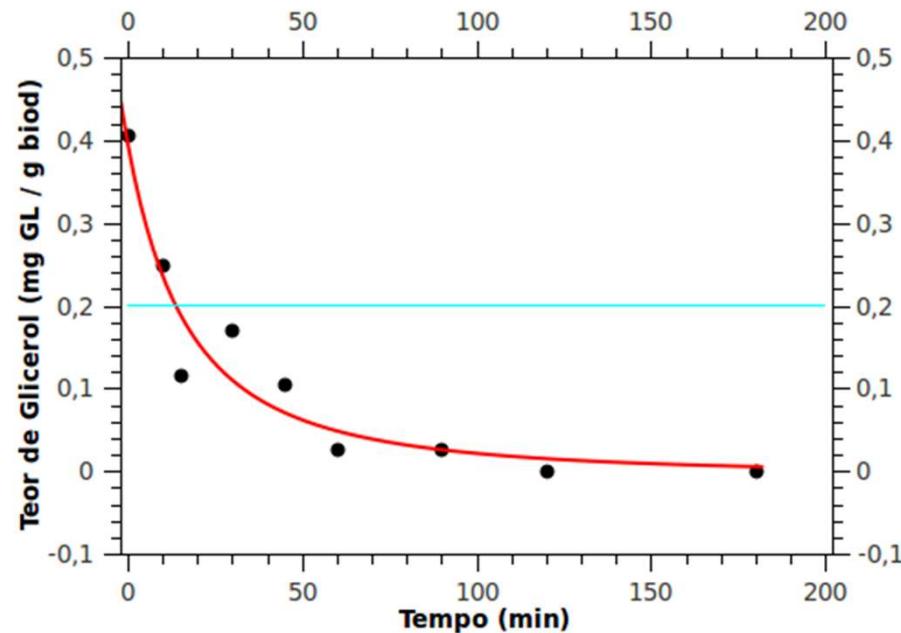
## Caracterização física dos adsorventes

| Parâmetro                                 | Não Tratado | Tratado |
|---|-------------|---------|
| Área Superficial (m <sup>2</sup> /g)      | 104,3       | 235,6   |
| Diâmetro de poros (Å)                     | 30,56       | 27,19   |
| Volume de microporos (cm <sup>3</sup> /g) | 0,051       | 0,116   |
| Área de microporos (m <sup>2</sup> /g)    | 144,2       | 326,4   |

Material Mesoporoso

# CINÉTICA DA ADSORÇÃO

## Ajuste dos modelos aos dados experimentais



Modelo de pseudo-segunda ordem com  $R^2 = 0,9759$

## CARACTERIZAÇÃO DO BIODIESEL PURIFICADO

| Propriedade                           | Amostra        | Limite ANP    |
|---------------------------------------|----------------|---------------|
| Densidade a 25ºC (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,874 ± 0,0001 | 0,850 - 0,900 |
| Viscosidade a 40ºC (cP)               | 3,42           | 3,0 - 6,0     |
| Acidez (%)                            | 0,444 ± 0,016  | 0,5 max       |
| Umidade (%)                           | 0,444 ± 0,016  | 0,5 max       |
| Glicerol (%)                          | 0,0013         | 0,02 max      |
| Teor de éster (%)                     | 95,95 ± 1,13   | 96,5          |

## CONCLUSÕES DESTE PROJETO

- O pH do adsorvente tem grande influência na qualidade do biodiesel produzido;
- A presença de etanol residual no meio da solução favoreceu a adsorção de glicerina livre pelo carvão ativado;
- A produção de um biodiesel de qualidade depende das demais etapas do processo produtivo;
- As características finais do biodiesel demonstram o potencial do processo de adsorção proposto.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
PROJETO – BSBIOS / PETROBRAS



**PURIFICAÇÃO DA GLICERINA BRUTA  
PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DE  
BIODIESEL**

Coordenador: Nehemias Curvelo Pereira  
Participantes: Janaína Fernandes Medeiros  
Maria Carolina Sérgi Gomes

# Parâmetros de cor da glicerina bruta

- Marrom escuro
- Impurezas
- Óleos vegetais
- Pigmentos
  - » Clorofilas e carotenoides



Bruta



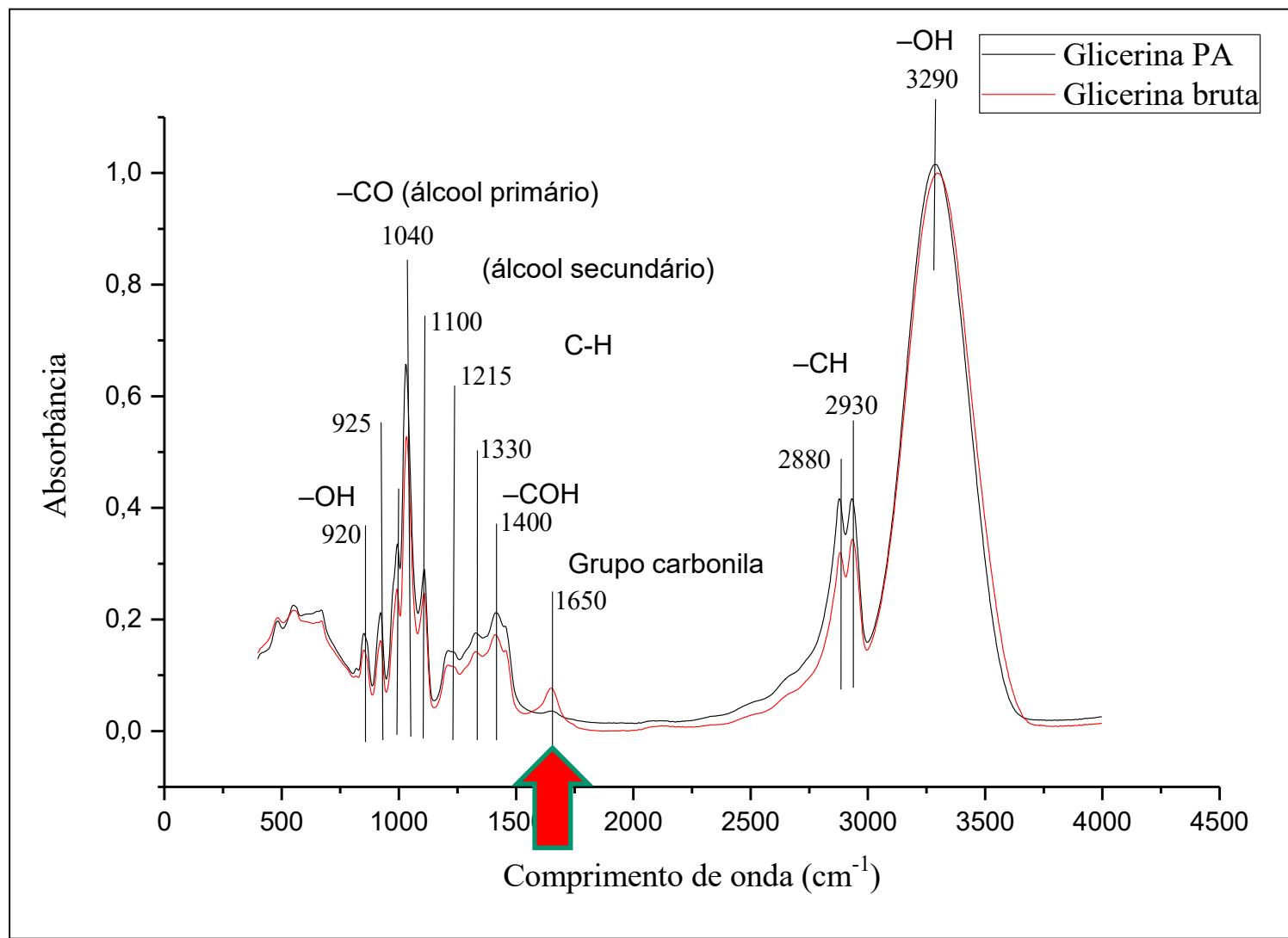
Pura - PA

# Caracterização das glicerinas

| Análises experimentais                                    | Glicerina bruta | Glicerina PA   |
|---|-----------------|----------------|
| Índice de Acidez (mgKOH g <sup>-1</sup> )                 | 3,09 ± 0,27     | 0,01 ± 0,00    |
| pH  | 6,37 ± 0,20     | 3,98 ± 0,06    |
| Massa específica (g cm <sup>-3</sup> )                    | 1,27 ± 0,00     | 1,26 ± 0,00    |
| Teor de glicerol (%)                                      | 78,90 ± 0,59    | 95,08 ± 0,37   |
| Viscosidade cinemática (mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> ) | 216,34 ± 7,05   | 548,62 ± 16,47 |
| Cinzas (%)  | 8,29 ± 0,04     | 0,07 ± 0,01    |
| Teor de umidade (%)                                       | 9,96 ± 0,08     | 1,32 ± 0,02    |

- Presença de ácidos graxos livres e saponificados, provenientes do processo de produção do biodiesel.

# Caracterização das glicerinas - FTIR



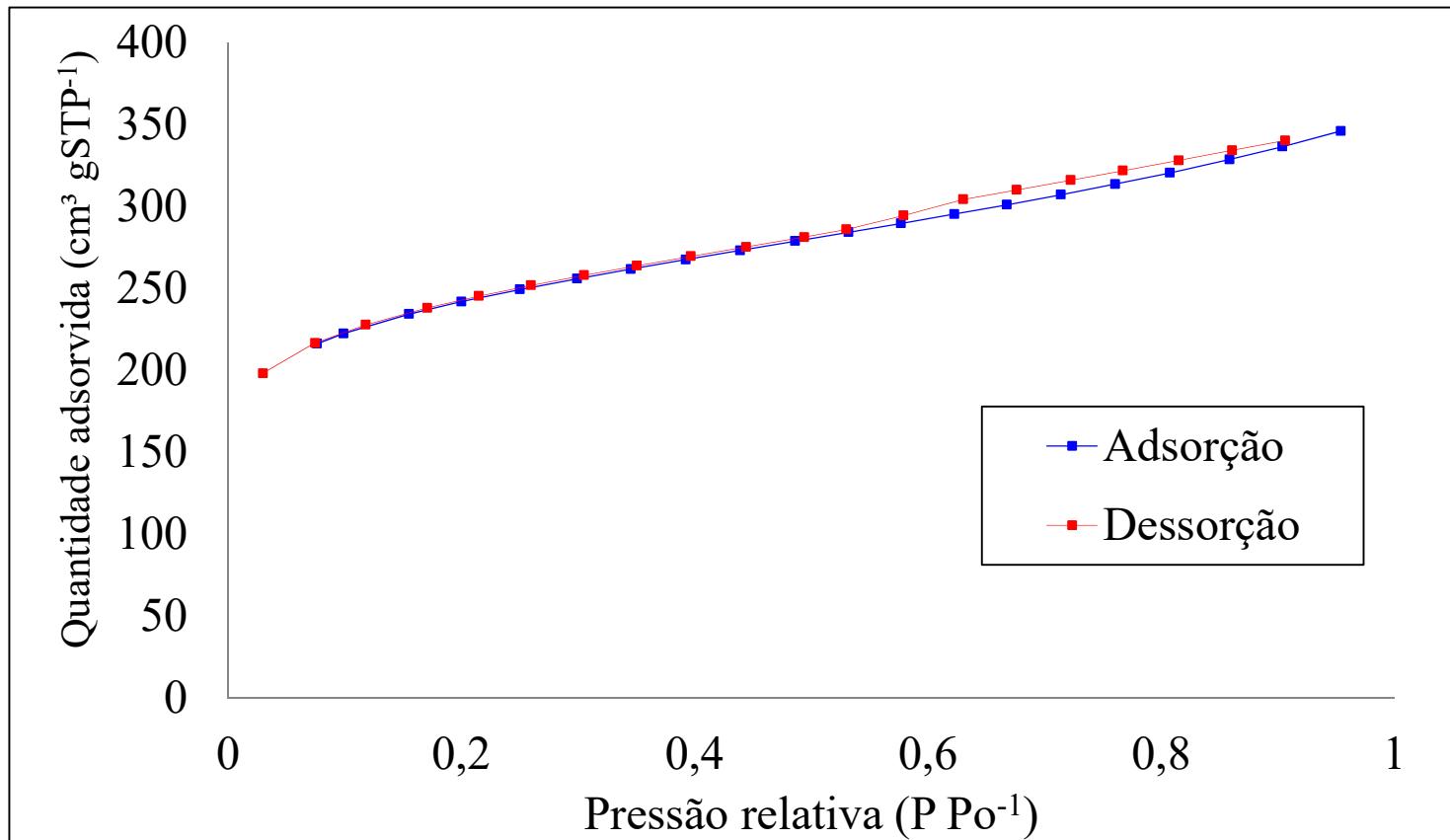
# Caracterização do adsorvente

| Análises                             | Metodologias   | Adsorvente        |
|--------------------------------------|----------------|-------------------|
| Número de iodo (mg g <sup>-1</sup> ) | ABNT NBR 12075 | 856,56            |
| Umidade (%)                          | ABNT NBR 12077 | 7,74              |
| Cinzas (%)                           | IT-PA-04       | 7,40              |
| Granulometria (% retido)             | ABNT NBR 12073 | 74,88 (#325 mesh) |
| pH                                   | IT-PA-08       | 5,74              |

- 74,88 % tem diâmetro > 0,044 mm
- 25,12 % têm diâmetro < 0,044 mm.

# Caracterização do adsorvente

- Caracterização textural



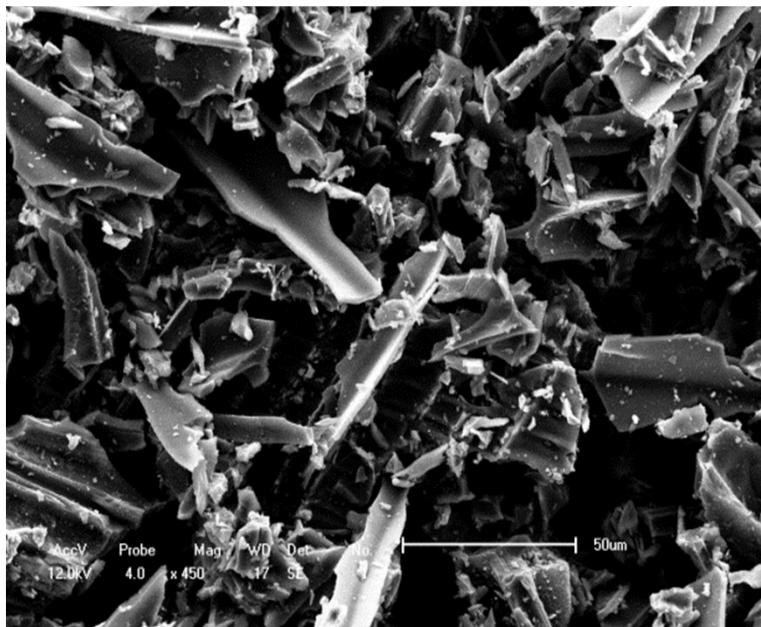
- Caminhos diferentes – histerese – mesoporos.
- Histerese tipo H4 – poros tipo fenda.
- tipo I(b) - sólidos microporosos com superfícies externas relativamente pequenas.

# Caracterização do adsorvente

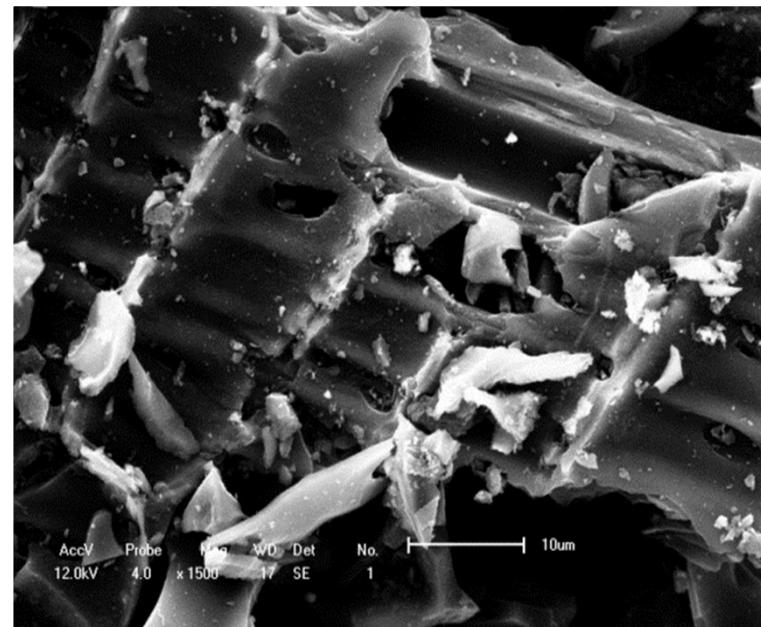
| Propriedades texturais                                 | Carvão ativado               |
|--|------------------------------|
| Área específica ( $\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$ )        | $809,20 \pm 7,40$            |
| Volume de poros total ( $\text{cm}^3 \text{ g}^{-1}$ ) | $0,50 \pm 0,04$              |
| Volume de microporos ( $\text{cm}^3 \text{ g}^{-1}$ )  | $0,41 \pm 0,00$              |
| Volume de mesoporos ( $\text{cm}^3 \text{ g}^{-1}$ )   | $0,13 \pm 0,06$              |
| Porcentagem de microporos (%)                          | $\sim 82 \%$                 |
| Porcentagem de mesoporos (%)                           | $\sim 26 \%$                 |
| Diâmetro médio de poros                                | $2,45 \pm 0,22 \text{ nm}$   |
| Diâmetro dos microporos                                | $24,54 \pm 2,16 \text{ \AA}$ |
| Diâmetro dos mesoporos                                 | $1,54 \pm 0,06 \text{ nm}$   |

# Caracterização do adsorvente

- Microscopia eletrônica de varredura



450 x

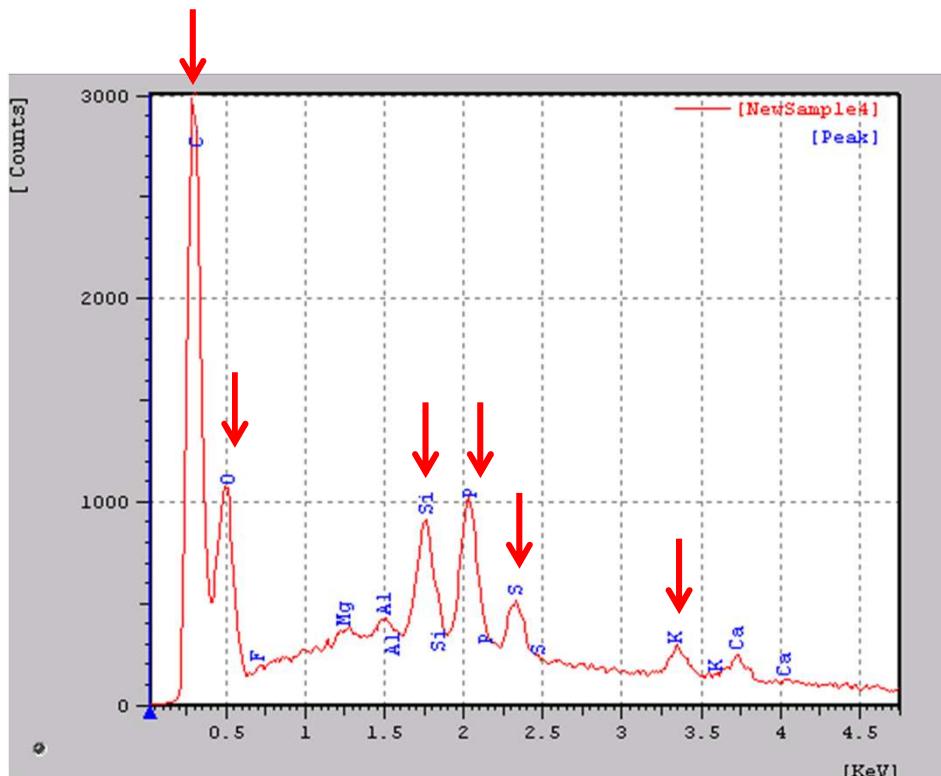


1500 x

- Estrutura irregular.
- Furos tubulares ao longo da superfície.

# Caracterização do adsorvente

- Espectrometria de energia dispersiva de raios-x (EDS)

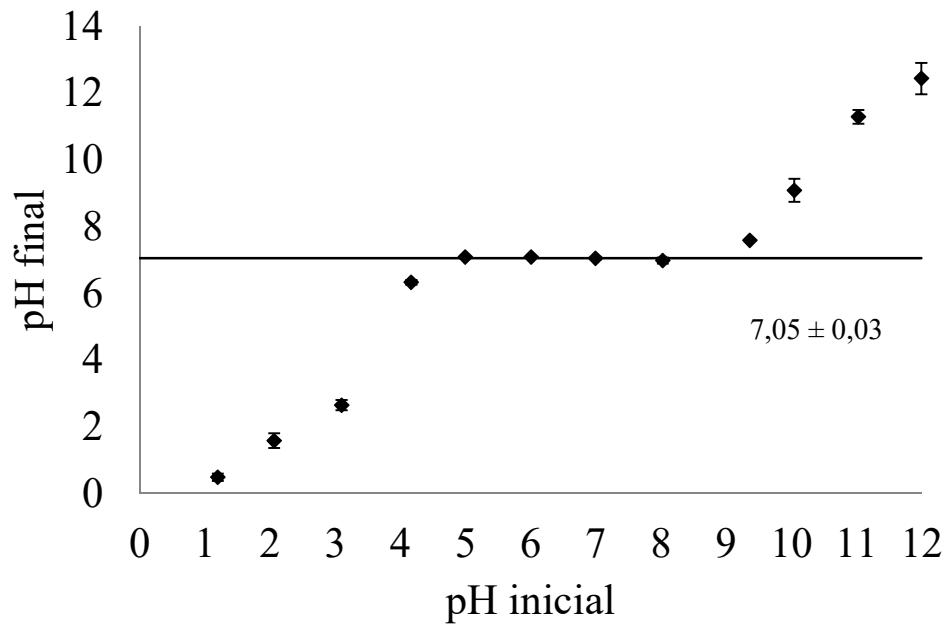


- Quantidades maiores de:
  - Carbono
  - Oxigênio
  - Silício
  - Fósforo

do qual o carbono é forte.

# Caracterização do adsorvente

- Ponto de carga zero

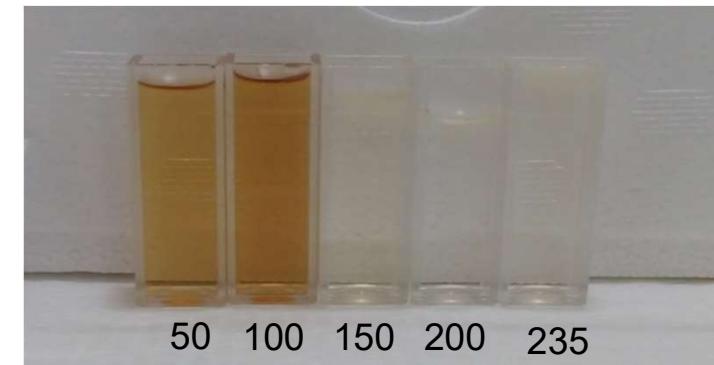
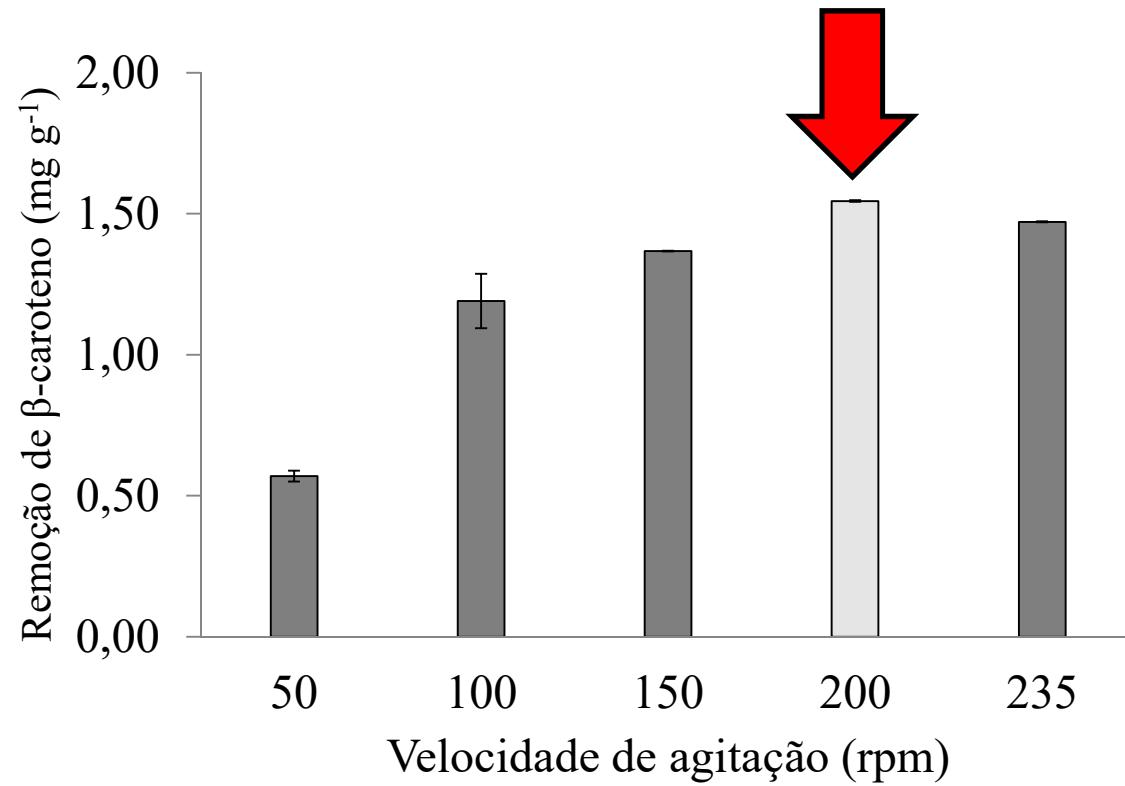


- Este valor de pH tendendo à neutralidade, indica que a presença do carvão ativado não altera o pH da solução na qual é imerso.
- Sistemas que apresentam valores:
  - $pH < pH_{pcz}$ : carga superficial positiva no carvão.
  - $pH > pH_{pcz}$ : superfície do material com caráter negativo.

(AL-DEGS *et al.*, 2008).

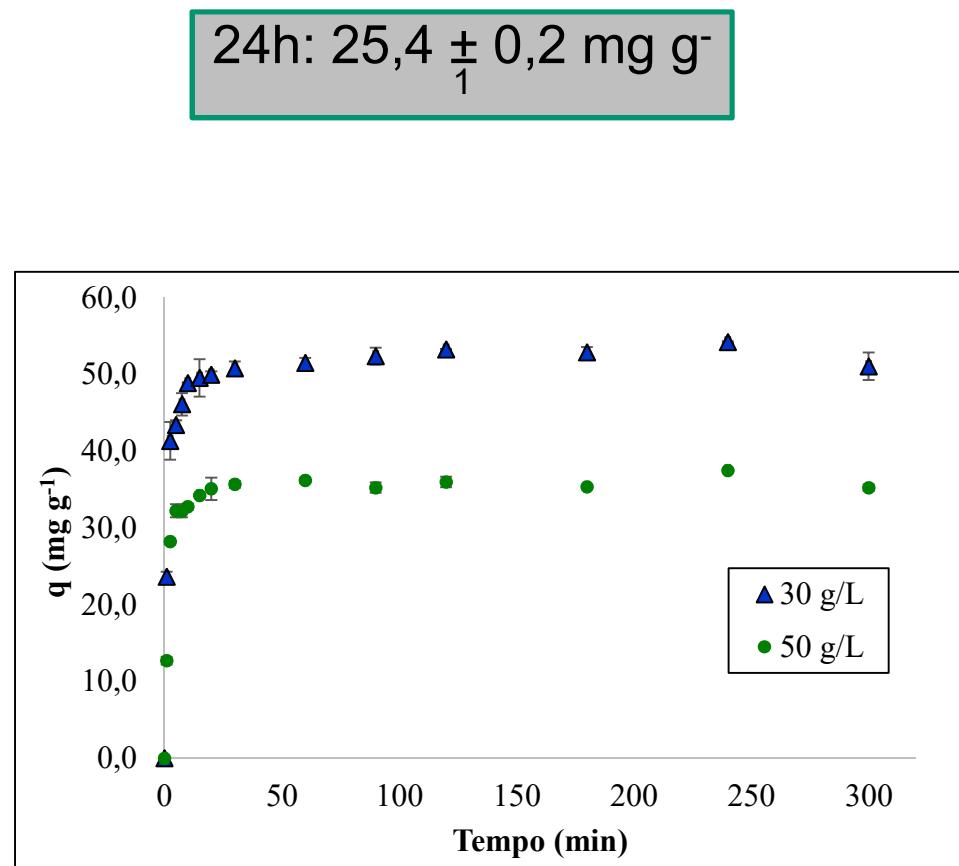
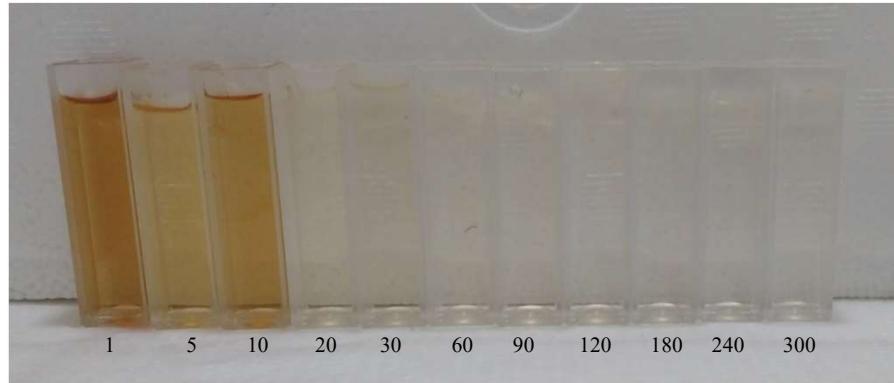
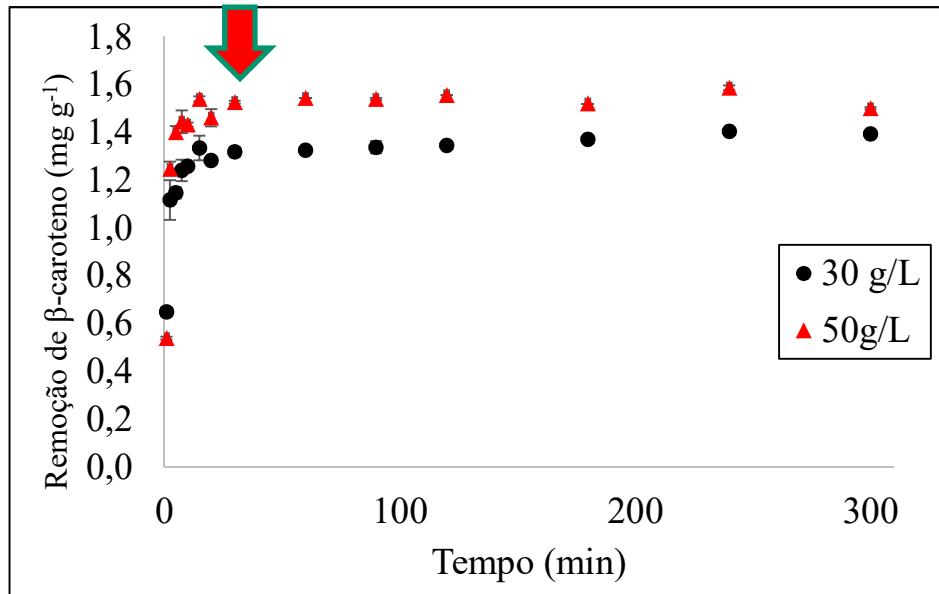
# Purificação da glicerina bruta por adsorção

- Velocidade de agitação



# Purificação da glicerina bruta por adsorção

- Cinética de adsorção



# Purificação da glicerina bruta por adsorção

- Cinética de adsorção

|                       | Modelos  | Parâmetros | Valores | Erro |
|-----------------------|--|------------|---------|------|
| Pseudo-primeira ordem | qe (mg g <sup>-1</sup> )                               | 50,8       | 0,72    |      |
|                       | k <sub>1</sub> (min <sup>-1</sup> )                    | 0,6        | 0,06    |      |
|                       | r <sup>2</sup>   | 0,97       | -       |      |
|                       | chi-square   | 5,77       | -       |      |
| Pseudo-segunda ordem  | q <sub>e</sub> (mg g <sup>-1</sup> )                   | 53,01      | 0,52    |      |
|                       | k <sub>2</sub> (g mg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> ) | 0,02       | 0,001   |      |
|                       | r <sup>2</sup>   | 0,99       | -       |      |
|                       | chi-square   | 2,17       | -       |      |
| Pseudo-primeira ordem | q <sub>e</sub> (mg g <sup>-1</sup> )                   | 35,19      | 0,44    |      |
|                       | k <sub>1</sub> (min <sup>-1</sup> )                    | 0,53       | 0,05    |      |
|                       | r <sup>2</sup>   | 0,98       | -       |      |
|                       | chi-square   | 2,13       | -       |      |
| Pseudo-segunda ordem  | q <sub>e</sub> (mg g <sup>-1</sup> )                   | 36,76      | 0,63    |      |
|                       | k <sub>2</sub> (g mg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> ) | 0,02       | 0,003   |      |
|                       | r <sup>2</sup>   | 0,97       | -       |      |
|                       | chi-square   | 3,08       | -       |      |

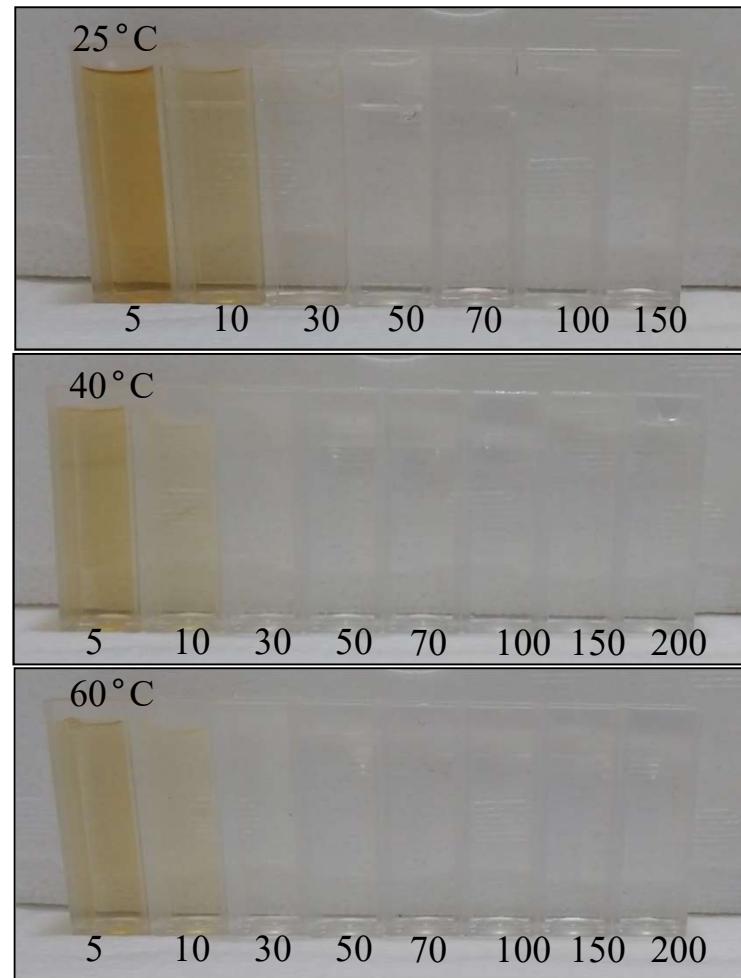
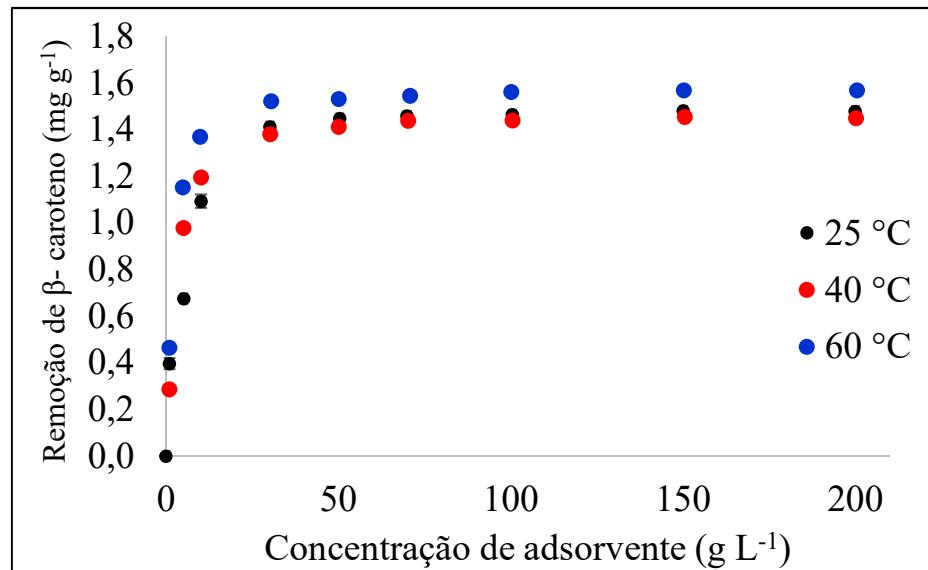
30 g L<sup>-1</sup>

Interação mais forte entre adsorvente e adsorvato

50 g L<sup>-1</sup>

# Purificação da glicerina bruta por adsorção

- Isotermas de adsorção



# Purificação da glicerina bruta por adsorção

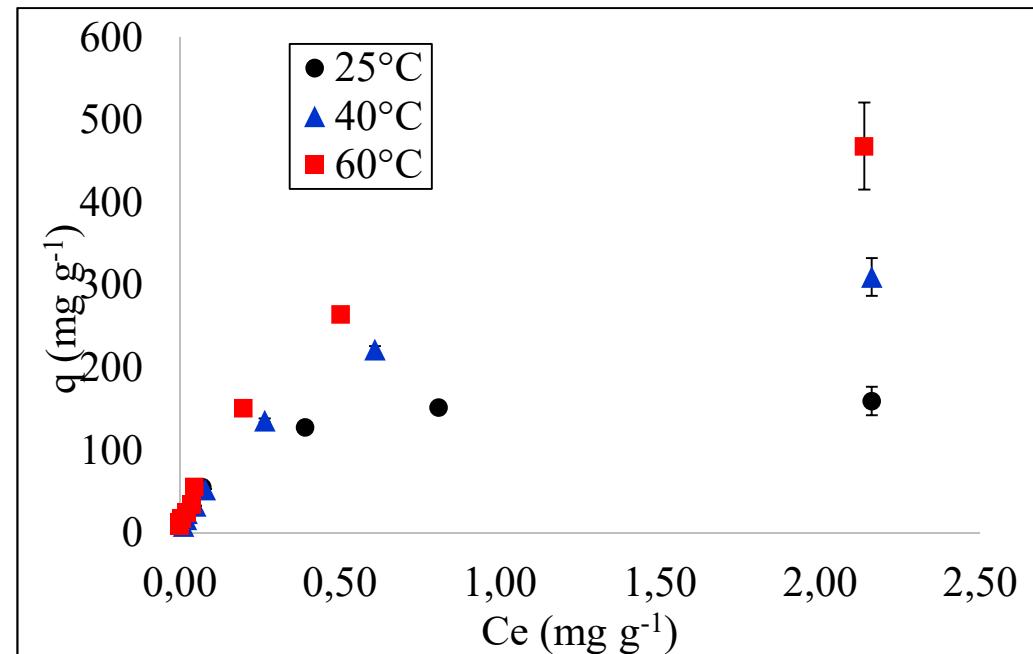
- Isotermas de adsorção

Endotérmico

**Inclinação convexa:** favorável.

**Tipo I:** superfície do adsorvente possui alta afinidade pelo soluto.

Interação entre adsorvente e adsorvato é forte.



# Purificação da glicerina bruta por adsorção

- Caracterização da glicerina

|   | <b>Glicerina<br/>adsorvida</b> | <b>Glicerina PA</b> | <b>Glicerina bruta</b> |
|---|--------------------------------|---------------------|------------------------|
| Viscosidade cinemática (mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> ) | 159,05 ± 2,57                  | 548,62 ± 16,47      | 216,34 ± 7,05          |
| Teor de glicerol (%)                                      | 78,62 ± 0,39                   | 95,1 ± 0,4          | 78,9 ± 0,6             |
| Acidez (mgKOH/g)  | 0,041 ± 0,000                  | 0,01 ± 0,00         | 0,31 ± 0,05            |
| Umidade (%)   | 13,79 ± 0,7                    | 1,32 ± 0,02         | 9,96 ± 0,08            |
| pH  | 4,68 ± 0,10                    | 3,98 ± 0,06         | 6,37 ± 0,20            |
| Remoção de cor (%)  | 100,00                         | 100,00              | 0,00                   |
| β-caroteno (mg g <sup>-1</sup> )                          | 0,00                           | 0,00                | 2,20 ± 0,44            |

## CONCLUSÕES DESTE PROJETO

**As melhores condições operacionais para a purificação da glicerina por adsorção foram:**

- Velocidade de agitação de 200 rpm;
- Equilíbrio atingido a partir de 30 min;
- Concentração de adsorvente de 30 g L<sup>-1</sup>;
- Maior capacidade de adsorção obtida na temperatura de 60 °C;
- Remoção de 100 % da cor da glicerina bruta.

# Uso de Adsorventes Alternativos na Purificação de Alguns Materiais

## 1. Clarificação do Caldo de Cana-de-Açúcar por Adsorção com Carvão Ativado Proveniente do Bagaço de Cana

Coordenador: Nehemias Curvelo Pereira

Participantes: Gilberto da Cunha Gonçalves  
Elisabete Scolin Mendes

## 2. Tratamento de Efluentes Têxteis por Adsorção em Bagaço de Laranja

Coordenador: Nehemias Curvelo Pereira

Participantes: Leila Denise Fiorentin Ferrari  
Sueli Teresa Davantel de Barros  
Aparecido Nivaldo Módenes

## 3. Utilização do Epicarpo e do Mesocarpo de Coco Verde e da Casca de Banana na Bioadsorção de Íons Fluoreto

Coordenador: Nehemias Curvelo Pereira

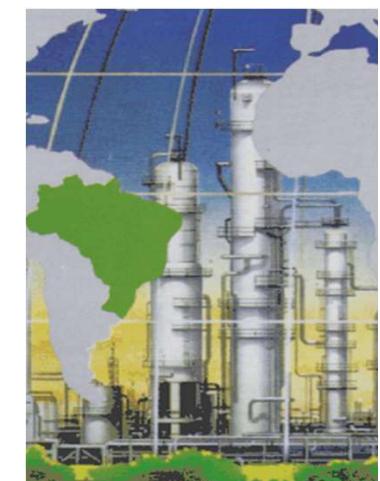
Participante: César Augusto Canciam

## AGRADECIMENTOS

**Ao Comitê organizador do EBA 2018**

**Na pessoa de seu presidente**

**Prof. Dr. Guilherme Luiz Dotto**



# APOIO



# CONTATO

## **Prof. Dr. Nehemias Curvelo Pereira**

Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Engenharia Química  
Campus Universitário  
Av. Colombo, 5790, Bloco D90  
CEP. 97020-900 - Maringá-PR  
TELEFONE: (044) 3011-4780  
E-mail : [nehemias@deq.uem.br](mailto:nehemias@deq.uem.br)



