

## DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS À BASE DE PEI/PANI PARA UTILIZAÇÃO COMO MEMBRANAS DE SEPARAÇÃO PARA GASES DA INDÚSTRIA

Paulo Roberto Luna Watanabe; Cláudia Leites Luchese; Neidemar de Moura Bastos Vasconcelos; Isabel Cristina Tessaro; Liliane Damaris Pollo  
E-mail: wat.paulo@gmail.com

### INTRODUÇÃO

Processos de separação por membranas

Membranas poliméricas densas

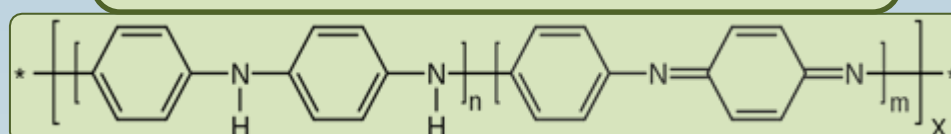
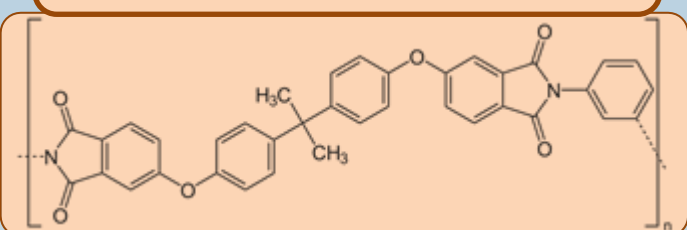
Separação de Gases

Poli (éter imida) (PEI)

Aditivo para aumento de desempenho

Polianilina (PAni)

Diferentes estados estáveis (carga elétrica)



### OBJETIVOS

- Desenvolver membranas à base de PEI aditivada com PAni em diferentes estados (dopada e desdopada);
- Caracterizar as membranas quanto à morfologia, ligações químicas, propriedades elétricas e térmicas;
- Avaliar o desempenho na separação de gases presentes no gás natural CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> e C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>/C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Síntese PAni

DBSA\*

PDAD

HCl

PDAC

Ácido Fítico

PDAF

PAni - Forma desdopada (Base-esmeraldina)

NaOH pH 9,0

\* DBSA - ácido dodecilbenzenosulfônico

PDDAF

AgNO<sub>3</sub> 0,33M  
HNO<sub>3</sub> 0,1M (aq)

PDAG

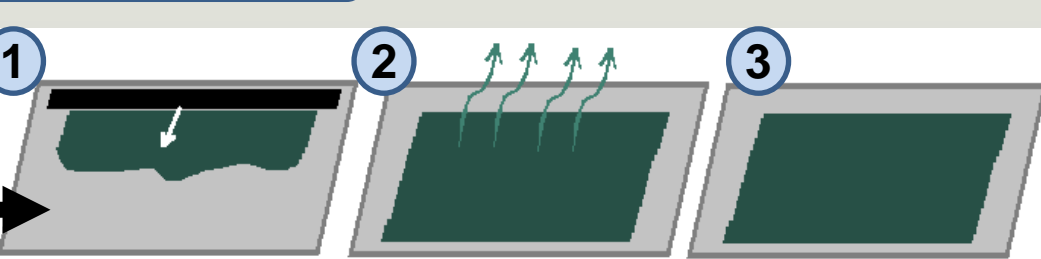
PAni - Forma dopada (Sal-esmeraldina)

PAni - Forma dopada (Base-bernigranilina)

Preparo de membranas

Solvente (NMP)  
N-metil-2-pirrolidona

Matriz polimérica PEI



Técnica de inversão de fases: [1] espalhamento da solução; [2] evaporação do solvente; [3] formação da membrana.

Caracterizações

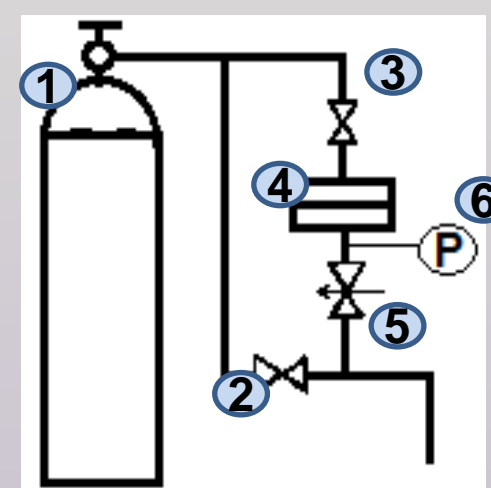
FTIR

Condutividade Elétrica

TGA

MEV

Permeação de Gases



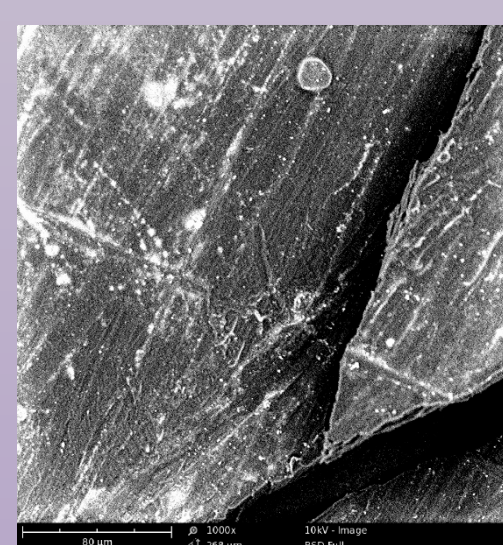
Esquema do módulo de permeação transversal de gases: [1] cilindro de gás; [2] válvula de purga; [3] válvula; [4] suporte da membrana; [5] válvula agulha; [6] transdutor de pressão.

CO<sub>2</sub> 3,30 Å    CH<sub>4</sub> 3,80 Å    C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 4,30 Å    C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> 4,50 Å

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

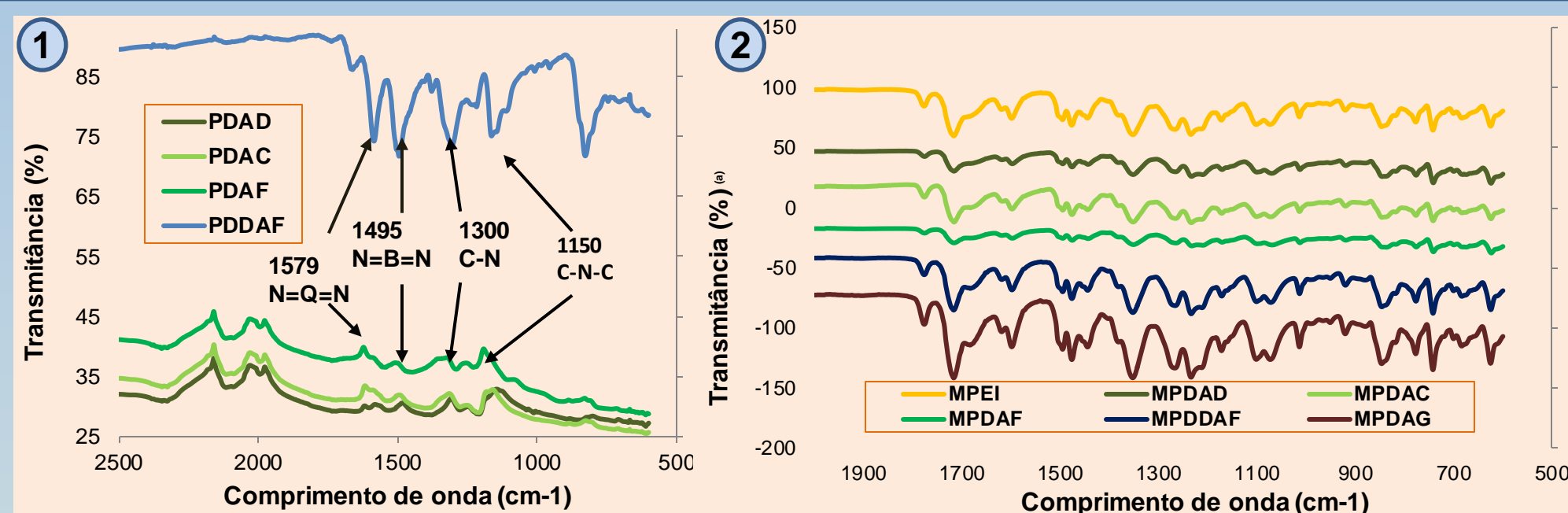


Membranas produzidas: [1] PEI (controle - MPEI); [2] PEI/PAni dopada com DBSA (MPDAD); [3] PEI/PAni dopada com HCl (MPDAC); [4] PEI/PAni dopada com ácido fólico (MPDAF); [5] PEI/PAni desdopada (MPDDAF); [6] PEI/PAni dopada com nitrato de prata (MPDAG).

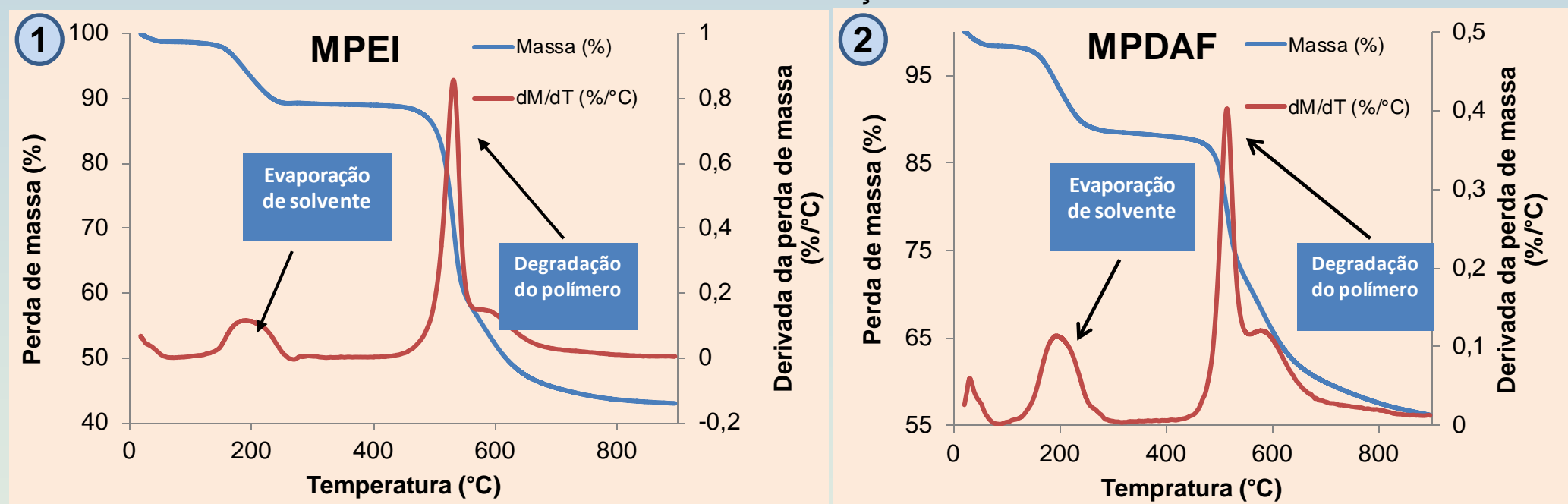


Análise da superfície da MPDAD, por MEV aumento de 1000x, sem presença de poros.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO



Espectroscopia de FTIR: [1] polímeros sintetizados; [2] membranas; (a) eixo deslocado para melhor visualização



Análise térmica por TGA: [1] MPEI (controle); [2] MPDAF.

Condutividade elétrica das membranas

Membrana	Resistência elétrica (GΩ)	Espessura (μm)	Condutividade elétrica (μS/cm)
MPDAD	4,79	23	2,00
MPDAC	3,77	29	2,02
MPDAF	4,67	25	1,89
MPDDAF	4,65	25	1,90
MPDAG	4,71	22	2,13
PEI **			10 <sup>-5</sup>

\*\* KUMAR et al., Study of mechanical, morphological and electrical properties of carbon nano fiber/polyetherimide composites, Materials Science and Engineering, v. 141, 2017

Permeabilidade das membranas para os gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> e C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

(a) não ocorreu permeação do gás ou ficou abaixo do limite de detecção do transdutor de pressão (1mbar); (b) diminuição da espessura da membrana; (c) membrana se rompeu durante a operação.

Gases	Permeabilidade (Barrer)					
	MPEI	MPDAD	MPDAC	MPDAF	MPDDAF	MPDAG
CO <sub>2</sub>	0,55	0,68	0,63	0,69	0,62	1,41
CH <sub>4</sub>	0,66	0,020	- (c)	0,45	0,17	13,1
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,66	-(a)	0,20 (b)	- (c)	0,33	16,9
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	2,07	0,045	3,20 (b)	- (c)	0,38	17,9

Seletividade ideal das membranas para os pares de gases CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> e C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

(a) não ocorreu permeação de C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> ou ficou abaixo do limite de detecção do transdutor de pressão (1mbar); (b) diminuição pela metade da espessura da membrana; (c) membrana se rompeu durante a operação.

Pares de gases	Seletividade ideal - α <sub>gás i/gás j</sub>					
	MPEI	MPDAD	MPDAC	MPDAF	MPDDAF	MPDAG
CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>	1	30	- (c)	2	4	0,1
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> /C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1	-(a)	16 (b)	- (c)	1	2

### CONCLUSÃO

- As membranas produzidas possuem morfologia densa, adequada para permeação de gases;
- A adição de PAni na matriz polimérica de PEI não causou alteração química, resultou em uma maior estabilidade térmica, conferindo características de semicondutor elétrico ao material;
- A membrana produzida com adição de PAni dopada com DBSA apresentou desempenho atrativo para a permeação de gases.

### AGRADECIMENTOS