



## Estudo da dissociação fotocatalítica da água em membranas de Nafion impregnadas com nanopartículas sintetizadas por irradiação de micro-ondas.

Nicole H. Lazzari, Daniel E. Weibel  
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

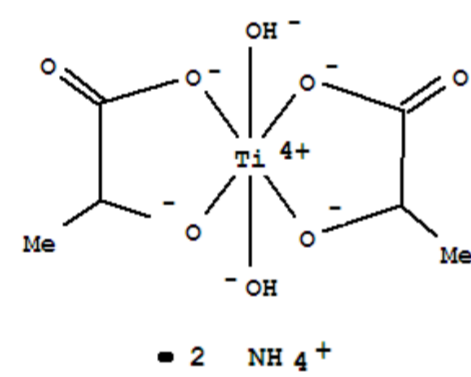
### Introdução

Um dos mais promissores vetores energéticos limpos é o hidrogênio molecular. O problema atual é encontrar uma forma ambientalmente limpa, renovável e eficiente de produzir  $H_2$ , uma vez que o processo industrial atual depende dos combustíveis fósseis, gerando grandes quantidades de gases poluentes<sup>[1]</sup>. Dentro deste cenário, a dissociação fotocatalítica da água (*watersplitting*, WS) em  $O_2$  e  $H_2$  aparece como uma opção altamente interessante. Nesse âmbito, fotocatalisadores de  $TiO_2$  vêm sendo amplamente estudados.

O Nafion pertence à classe de polímeros sintéticos com propriedades iônicas chamados de ionômeros, e tem recebido considerável atenção como um condutor de prótons para as células a combustível de membranas de troca de prótons<sup>[2]</sup> devido à sua excelente estabilidade térmica e mecânica. Além disso, a membrana é aprótica e não absorve radiação UV-Vis. Assim, o Nafion surge como uma alternativa de suporte às nanopartículas (NPs), além de possivelmente potencializar o processo de WS. O presente trabalho visa estudar se é possível gerar  $H_2$  e  $O_2$  em membranas de Nafion impregnadas com nanoestruturas.

### Experimental

#### Síntese de nanopartículas de $TiO_2$



Titanium(IV) bis(ammonium lactate) dihydroxide (TALH).

• 2  $NH_4^+$

10 mL de solução de TALH  
+  
90 mL de  
 $NH_3$  0,1 mol.L<sup>-1</sup>

**Microondas**  
Ramp time = 20 min  
Hold time = 10 min  
Temperatura = 160°C  
Potência = 500W

**Calcinação**  
400°C  
5°C/min  
240 min

#### Preparo das membranas de Nafion

1,8 mL DMAc  
+  
 $TiO_2$  NPs/NTs

↓ ultrassom

2 mL Nafion  
(5% w/w)

60°C

Resina  
de Nafion

80°C

Membranas  
impregnadas com  
nanoestruturas

#### Testes de produção de $H_2/O_2$

- Com/sem MeOH;
- Com/sem filtro em 300 nm;
- Com/sem membrana.

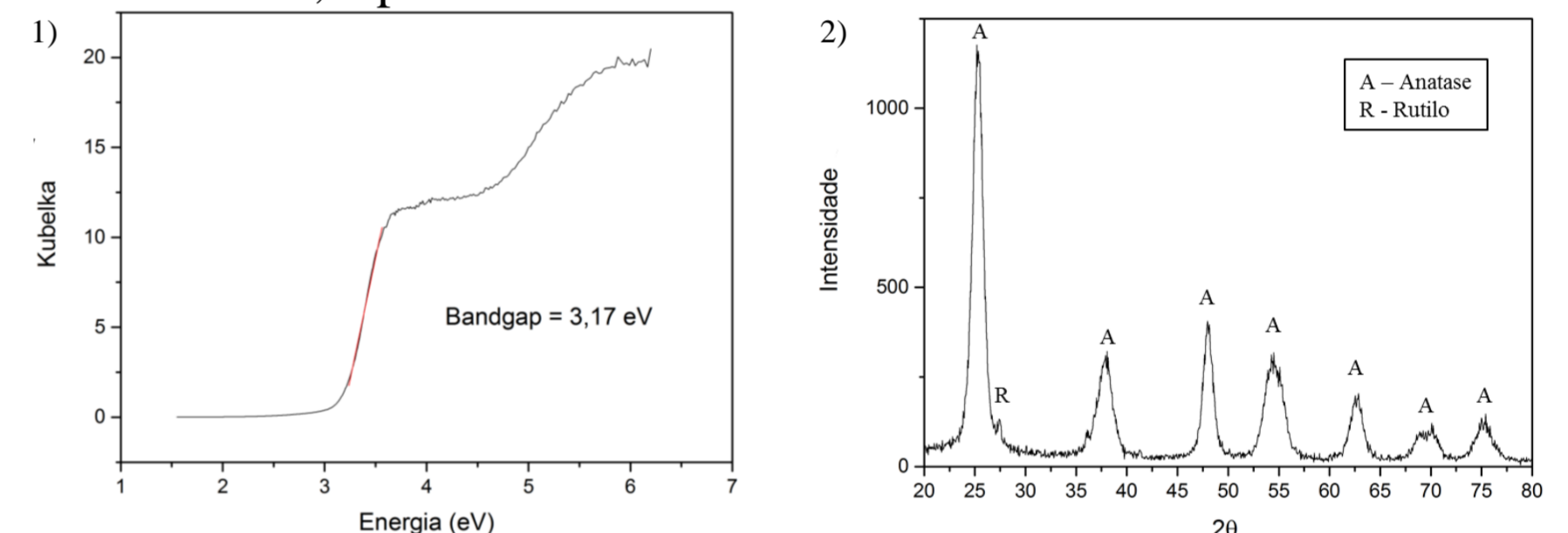
- Nafion;
- Nafion +  $TiO_2$  NPs;
- Nafion +  $TiO_2$  NTs.\*



\*Nanotubos de  $TiO_2$  previamente sintetizados pelo grupo.

Reator de Teflon com janela de quartzo.

dióxido de titânio, a primeira em maior abundância.



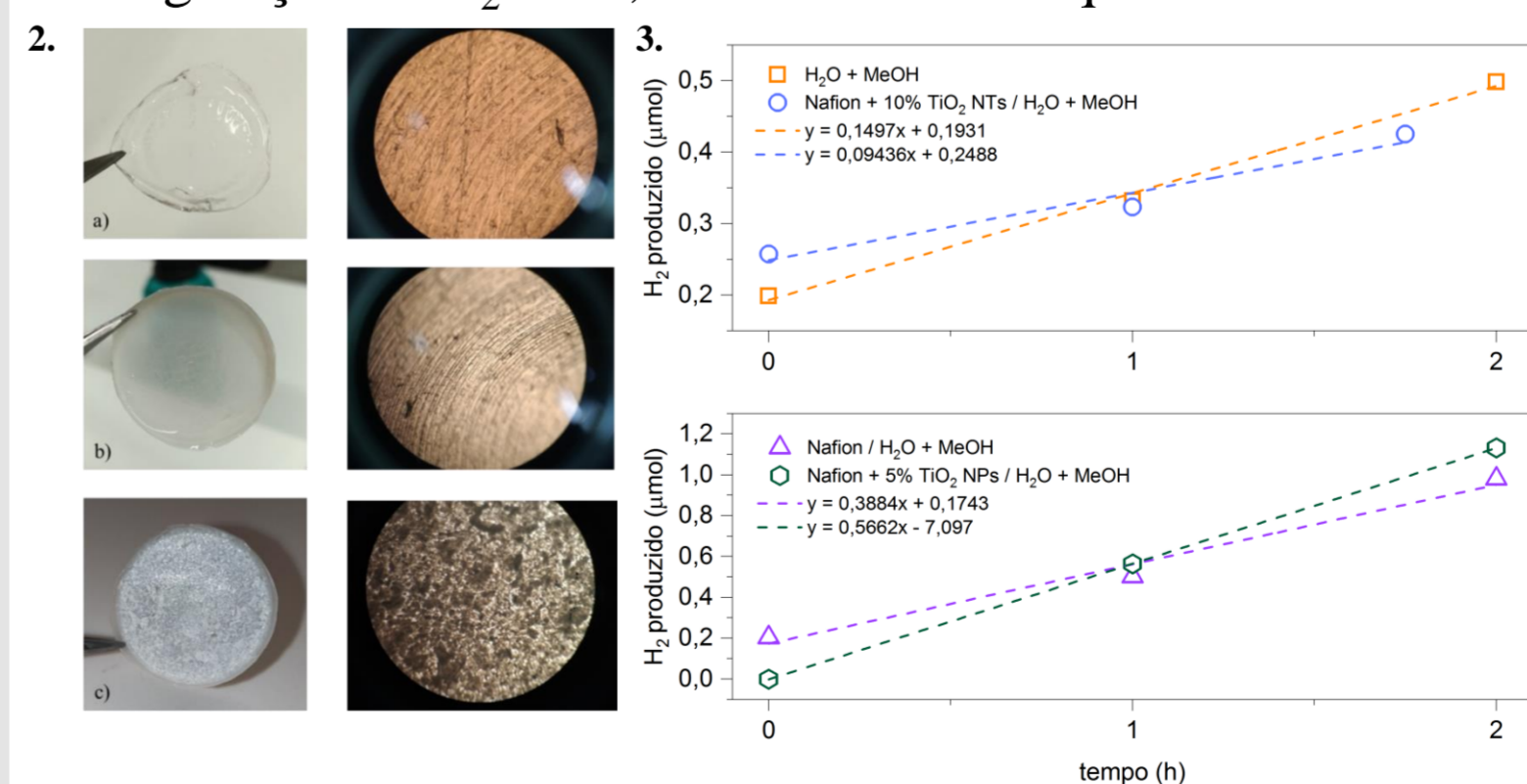
**Figura 1.** Caracterizações das NPs de  $TiO_2$ : 1) Espectroscopia de reflectância difusa no UV-Vis; 2) Difratoograma de raios-x.

#### Membranas

Foram preparadas membranas de Nafion puro (Fig. 2-a), impregnada com 5%  $TiO_2$  NPs (Fig. 2-b) e impregnada com 10%  $TiO_2$  NTs (Fig. 2-c). Pôde-se observar variação de cor e textura.

#### Testes de produção de $H_2$

Foi observado que a membrana pura, apesar de ser totalmente transparente à radiação UV, produziu  $H_2$  em solução água/metanol com incidência de radiação UV. No caso da membrana impregnada com  $TiO_2$  NPs, a taxa de fotogeração de  $H_2$  foi 1,5 vezes maior do que a membrana sem NPs.



**Figura 2.** Fotos convencionais e com aumento de microscópio óptico das membranas. **Figura 3.** Taxas de produção de hidrogênio obtidas via testes de fotólise da água (44 mL de  $H_2O$  + 6 mL de MeOH), sob irradiação UV-Vis e agitação por 2h.

### Conclusões

Em geral, os resultados preliminares mostraram baixas taxas de produção de  $H_2$ , mas estariam demonstrando a possibilidade de produzir  $H_2$  em sistemas de membranas que incorporam nano-fotocatalisadores.

### Referências

- [1] M. Momirlan, T.N. Veziroglu, Current status of hydrogen energy, *Renew. Sust.Energ. Rev.*, 6 (2002) 141-179.
- [2] S. Chabi, A.G. Wright, S. Holdcroft, M.S. Freund, Transparent Bipolar Membrane for Water Splitting Applications, *AcsApplied Materials & Interfaces*, 9 (2017) 26749-26755.

### Resultados e Discussão

#### Caracterização das nanopartículas de $TiO_2$

As NPs foram caracterizadas por espectroscopia de reflectância difusa no UV-Vis (Fig. 1.1) e, aplicando-se a função de Kubelka-Munk, obteve-se um valor de bandgap de 3,17 eV. Realizou-se, também, análise via difração de raios-x (Fig. 1.2). Os difratogramas permitiram identificar as fases anatase e rutilo do