

# Efeito da Cristalinidade nas Propriedades Elétricas do Nafion para Célula a Combustível de Etanol Direto

Cleverson Andrade Goulart e Fabio Coral Fonseca  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

As células a combustível podem ser definidas como dispositivos eletroquímicos em que a energia química de um combustível é convertida diretamente em eletricidade de corrente contínua. Esta tecnologia é considerada promissora por converter energia de combustíveis renováveis em energia elétrica sem agredir (ou agredir pouco) o meio ambiente. Um dos problemas tecnológicos para viabilizar a comercialização das células a combustível é o desenvolvimento de eletrólitos de alto desempenho. O eletrólito usualmente empregado em células a combustível de troca protônica é um polímero comercializado pela Dupont denominado Nafion® [1]. O Nafion é utilizado devido suas excelentes propriedades mecânicas e elétricas em baixas temperaturas. É bem conhecido que o aumento da cristalinidade do Nafion diminui as propriedades de condução elétrica [2]. No entanto, o desempenho de células a combustível de etanol direto (DEFC) usando membranas Nafion com maior cristalinidade é maior [1]. Estudos sobre o efeito da cristalinidade na condutividade protônica do Nafion e no desempenho de células a combustível são dificilmente encontrados.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é o estudo do efeito da cristalinidade do Nafion nas propriedades elétricas e no desempenho em célula de combustível de etanol direto.

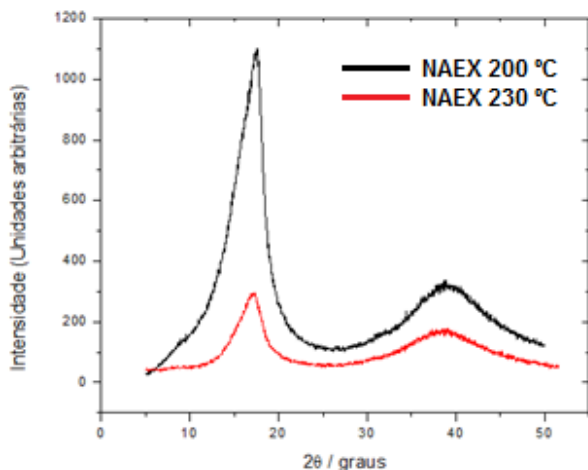
## METODOLOGIA

Foram cortadas frações do cordão de Nafion extrudado (NaEx-500 mg) para a realização da prensagem. As condições de prensagem foram 148,11 kgf/cm<sup>2</sup> a 200°C por 5 min e 74 kgf/cm<sup>2</sup> de carga a 230°C por 10 minutos, em uma prensa hidráulica seguido de resfriamento abrupto em água a T ~ 0°C (quenching). A condutividade elétrica dos filmes foi determinada por meio de medidas de espectroscopia de impedância eletroquímica [1]. Para os testes na estação unitária foi preparado um conjunto de eletrodos sobrepondo a membrana com área efetiva de 5 cm<sup>2</sup>. Os eletrodos são constituídos de tecido de carbono recoberto com tinta à base de carbono (Vulcan XC-72R) e emulsão de Teflon (PTFE-TE-306Dupont). A camada catalisadora consiste do recobrimento da superfície do eletrodo com uma tinta à base de platina (1 mgPt/cm<sup>2</sup>) e solução de Nafion para o catodo e liga de platina/estanho (1,20 mgPt-Sn/cm<sup>2</sup>) para o anodo. A caracterização das fases cristalinas foi realizada por difração de raios X na faixa angular de 2θ de 20°-90° e velocidade de varredura de 2°.min<sup>-1</sup> usando radiação CuK<sub>α</sub> com um difratômetro Rigaku-Multiflex.

## RESULTADOS

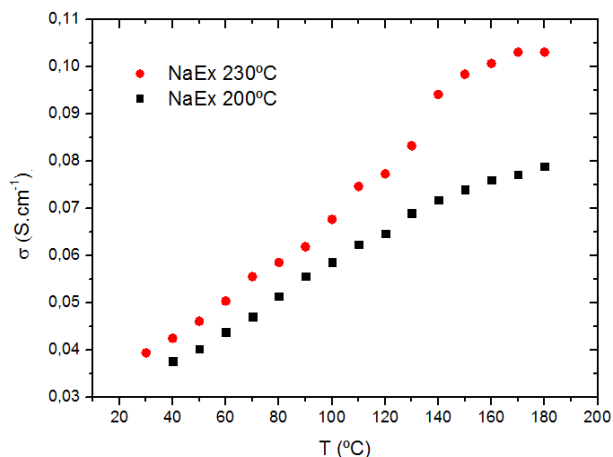
A Figura 1 mostra os resultados de difração de raios-X para as membranas extrudadas e prensadas a 200 °C e 230 °C. Observa-se que o pico para o NaEx ocorre ~17° que está associada à fase cristalina do Nafion. A cristalinidade no Nafion é formada pelo ordenamento de segmentos de tetrafluoretileno da cadeia polimérica.

Observa-se que com o aumento da temperatura de prensagem, seguida do resfriamento abrupto, ocorre uma notável redução da intensidade do pico o que indica menor cristalinidade do material, fusão dos cristalitos.



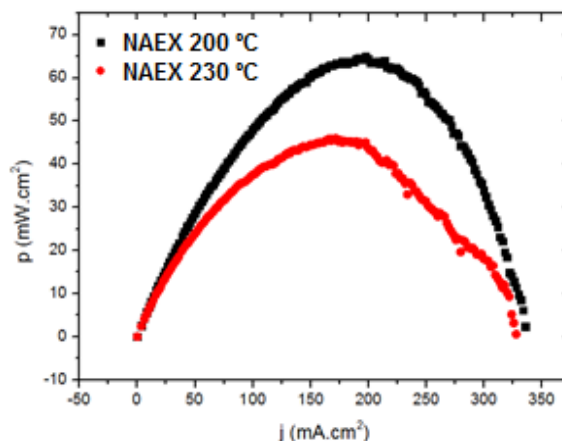
**Figura 1: Gráfico padrões de raios-X para membranas de NaEx prensadas em diferentes temperaturas.**

As diferenças na condutividade elétrica devido a cristalinidade são apresentadas na Figura 2.



**Figura 2: Gráfico da condutividade em função da temperatura.**

Observamos na Figura 2 que as duas amostras são termicamente ativadas. Em todo intervalo analisado a amostra com menor cristalinidade apresentou maior valor de condutividade, que se acentua para elevadas temperaturas. Submetendo essas amostras para o teste em célula unitária obtivemos os resultados a seguir.



**Figura 3: Gráfico da densidade de potência ( $p$ ) de célula DEFC com temperatura de operação igual a 130°C.**

Pela Figura 3 verifica-se que o desempenho da membrana mais cristalina (230°C) foi inferior. Este resultado indica que a baixa permeabilidade ao combustível líquido, portanto, uma menor contaminação do catodo pode explicar o observado. Observa-se a redução do efeito crossover do etanol.

## CONCLUSÕES

A análise das medidas dielétricas permitiu concluir que menor cristalinidade aumenta a condutividade do material. Através dos testes realizados em célula unitária foi possível identificar que amostras cristalinas apresentam melhor desempenho para combustível líquido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[89] Matos, B.R.; Relação Morfologia-Propriedades Elétricas de Eletrólitos Compósitos de Nafion para Célula a Combustível de Alta Temperatura, Tese de Doutorado, IPEN,2008.

[2] Alberti, G.; Casciola, M.; Anu.Rev.Mater. Res., Vol. 33, pp 129-154, 2003.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPQ, CNEN