

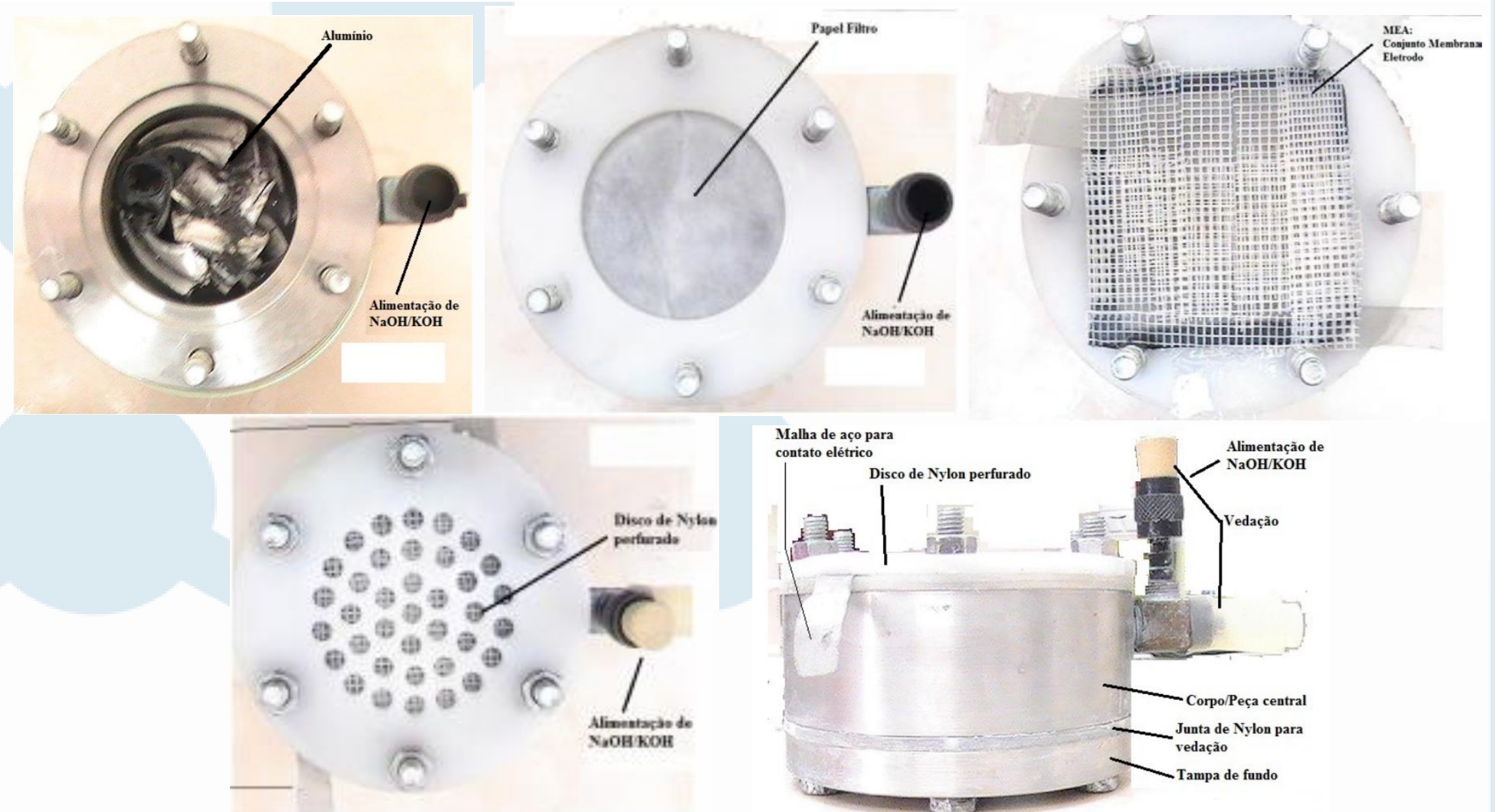
Introdução

A demanda por energia, bem como de fontes alternativas é cada vez maior. Uma alternativa energética promissora é a utilização da célula de combustível, que é um dispositivo que promove a oxidação eletroquímica de um combustível apresentando maior eficiência, segurança e escalabilidade comparado aos motores de combustão interna. Entre os possíveis combustíveis, destaca-se o hidrogênio por apresentar uma combustão limpa e principalmente pelo elevado poder calorífico. Existem vários tipos de célula alimentadas com gás hidrogênio oriundo de diferentes fontes. Este trabalho focou-se na construção e operação de uma célula de combustível alimentada por oxigênio do ar e hidrogênio *in situ* proveniente de reação entre alumínio e água catalisada por álcalis fortes (NaOH e KOH). O alumínio foi utilizado devido à sua elevada abundância, não toxicidade e alta capacidade de reciclagem.

Metodologia

Foi projetado e desenvolvido um dispositivo em aço inox composto por um reator (onde ocorre a corrosão do alumínio com consequente formação do hidrogênio) e um suporte para a célula de combustível. A célula propriamente dita é composta por três partes: uma membrana transportadora de íons H^+ , com catalisador no ânodo e no cátodo (platina suportada sobre carbono), e duas camadas de difusão gasosa que facilitam a difusão dos gases. Este conjunto é denominado *MEA (Membrane Electrode Assembly)*. O alumínio foi obtido de latas de refrigerante e foram utilizadas soluções de NaOH e KOH de concentração igual a 1 e 2 mol/L.

Foram realizadas medidas simultâneas de potencial e corrente elétrica bem como de temperatura, de forma a verificar o comportamento da célula sob diferentes condições de operação (Tabelas 1 e 2). Foram tomados 21 pontos durante uma hora com intervalos de 5 minutos, sendo que nos primeiros 5 minutos de operação os dados foram registrados a cada 30 segundos com o objetivo de capturar melhor a partida da célula.



Resultados

Tabela 1 – Intervalos entre experimentos na concentração de 1 mol L⁻¹ – Utilização de MEA 1

NaOH 1 mol L ⁻¹		KOH 1 mol L ⁻¹	
Experimento I 1 ^o dia 14:00 h	Umidade Relativa (%): 47 Temperatura ambiente: 298 K massa de alumínio: 6,7575g	Experimento I 2 ^o dia 09:00 h	Umidade Relativa (%): 60 Temperatura ambiente: 297 K massa de alumínio: 6,6405g
Experimento II 1 ^o dia 16:00 h	Umidade Relativa (%): 44 Temperatura ambiente: 298 K massa de alumínio: 6,6769g	Experimento II 2 ^o dia 14:00 h	Umidade Relativa (%): 47 Temperatura ambiente: 298 K massa de alumínio: 6,6379g
Experimento III 2 ^o dia 09:00 h	Umidade Relativa (%): 60 Temperatura ambiente: 298 K massa de alumínio: 6,6053g	Experimento III 3 ^o dia 09:00 h	Umidade Relativa (%): 69 Temperatura ambiente: 297 K massa de alumínio: 6,6026g

Tabela 2 – Intervalos entre experimentos na concentração de 2 mol L⁻¹ – Utilização de MEA 2

NaOH 2 mol L ⁻¹		KOH 2 mol L ⁻¹	
Experimento I 1 ^o dia 09:30 h	Umidade Relativa (%): 71 Temperatura ambiente: 298 K massa de alumínio: 6,5837g	Experimento I 2 ^o dia 10:30 h	Umidade Relativa (%): 74 Temperatura ambiente: 299 K massa de alumínio: 6,6746g
Experimento II 1 ^o dia 14:30 h	Umidade Relativa (%): 71 Temperatura ambiente: 299 K massa de alumínio: 6,6395g	Experimento II 2 ^o dia 15:00 h	Umidade Relativa (%): 74 Temperatura ambiente: 300 K massa de alumínio: 6,64396g
Experimento III 1 ^o dia 18:00 h	Umidade Relativa (%): 74 Temperatura ambiente: 299 K massa de alumínio: 6,6570g	Experimento III 2 ^o dia 18:30 h	Umidade Relativa (%): 71 Temperatura ambiente: 300 K massa de alumínio: 6,4620g

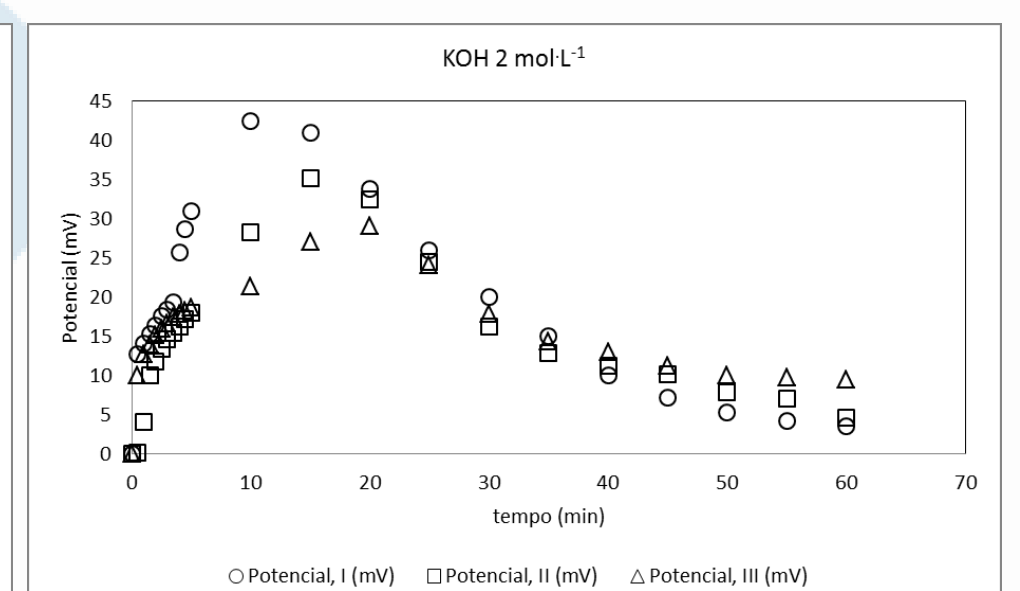
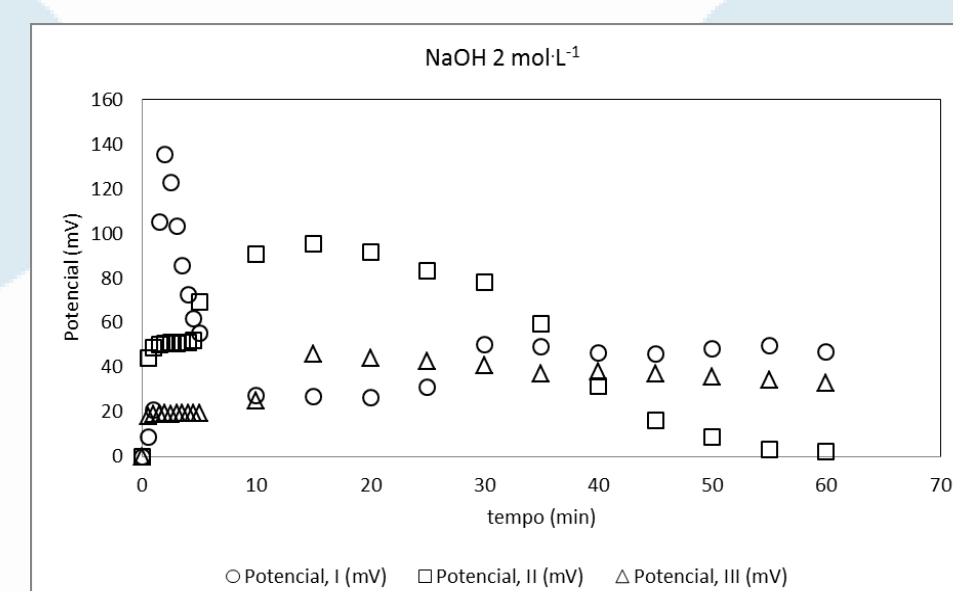
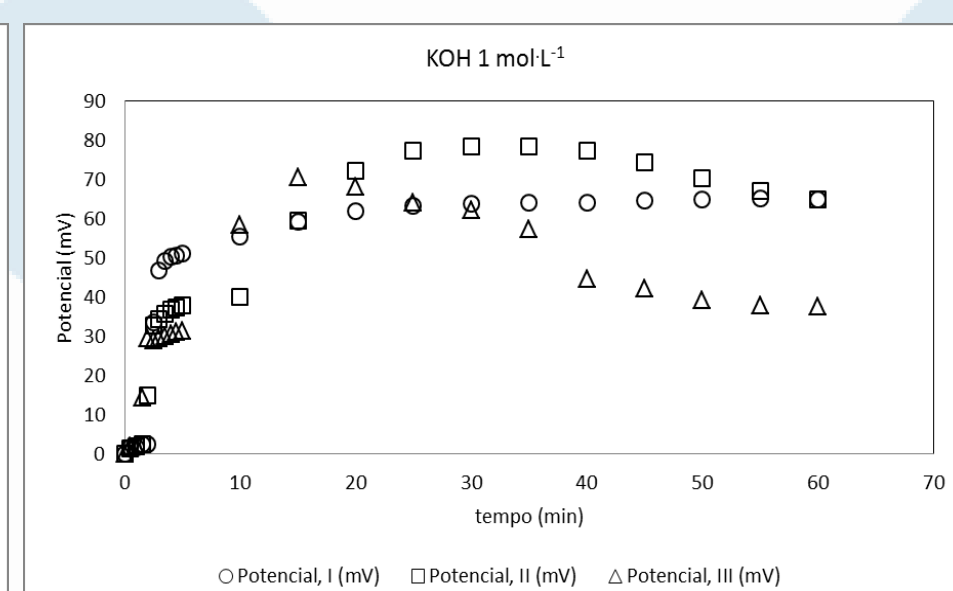
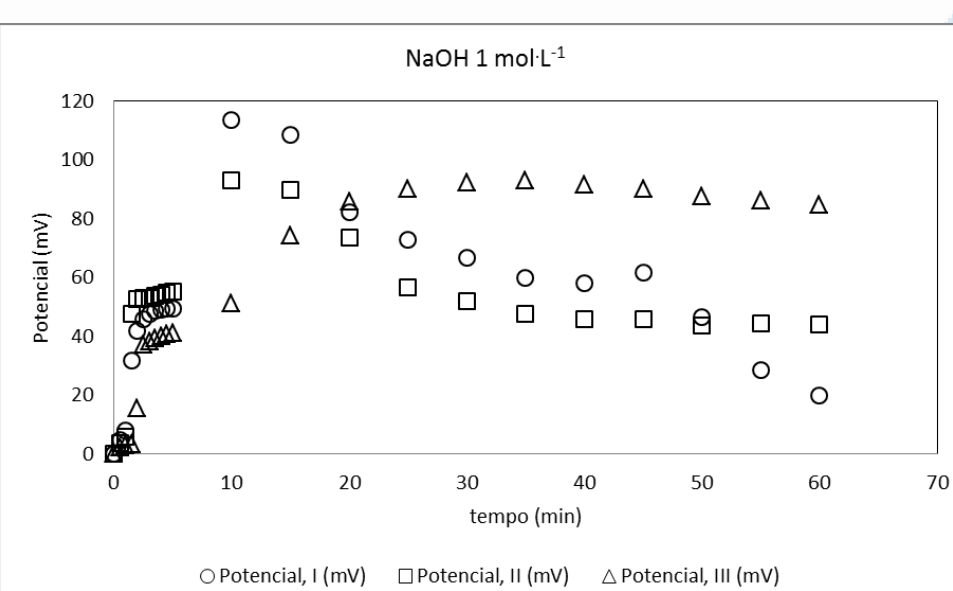


Figura 1 – Resultados de potencial elétrico da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de NaOH 1 mol/L.

Figura 4 – Resultados de potencial elétrico da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de KOH 1 mol/L.

Figura 7 – Resultados de potencial elétrico da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de NaOH 2 mol/L.

Figura 10 – Resultados de potencial elétrico da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de KOH 2 mol/L.

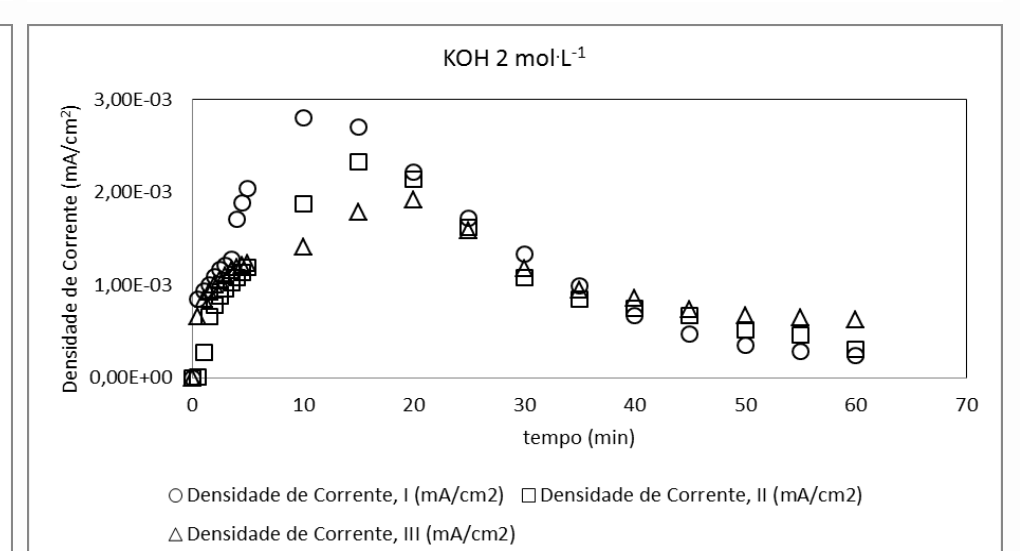
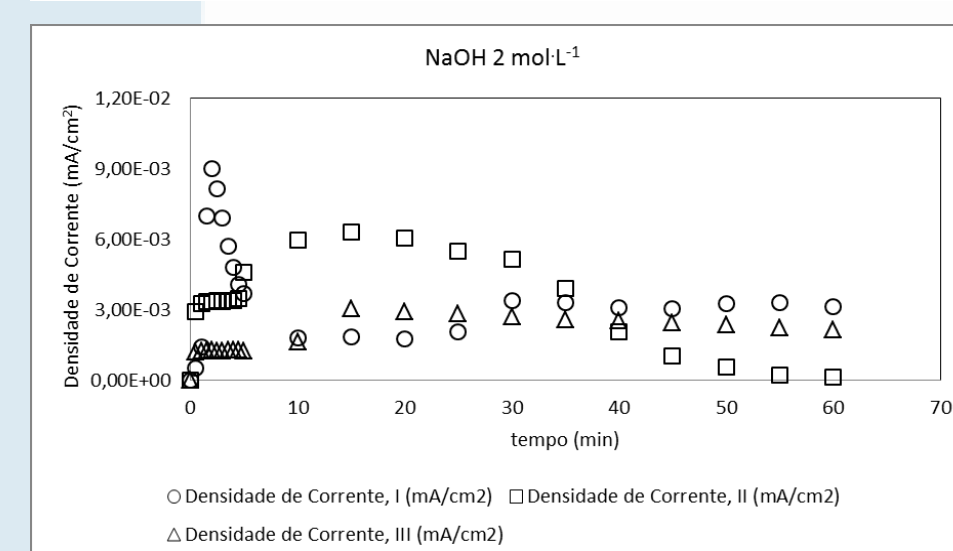
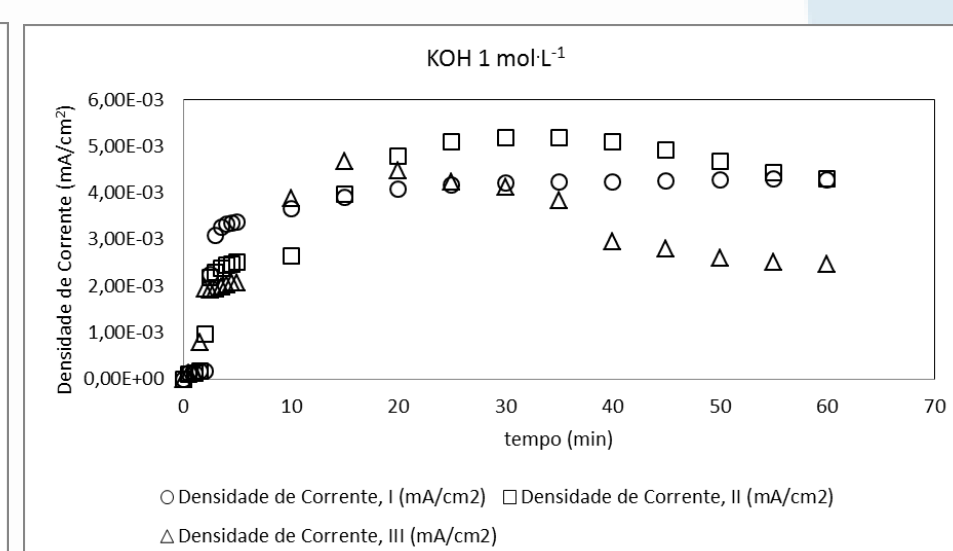
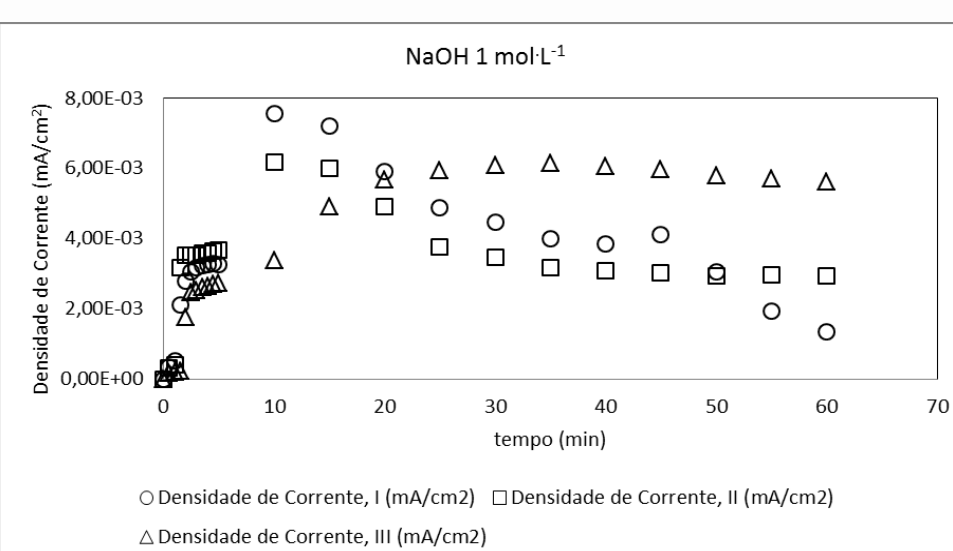


Figura 2 – Resultados de corrente da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de NaOH 1 mol/L.

Figura 5 – Resultados de corrente da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de KOH 1 mol/L.

Figura 8 – Resultados de corrente da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de NaOH 2 mol/L.

Figura 11 – Resultados de corrente da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de KOH 2 mol/L.

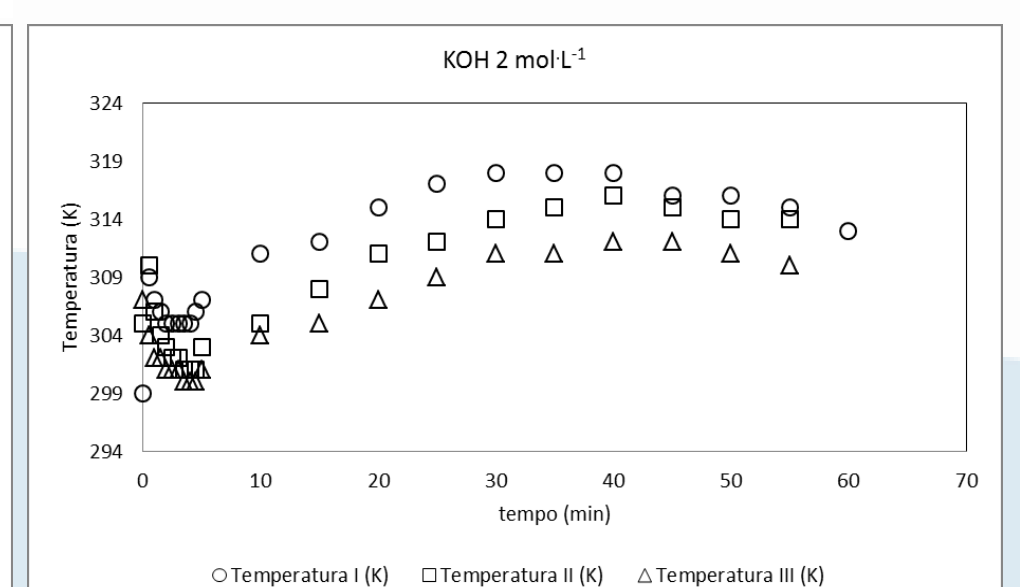
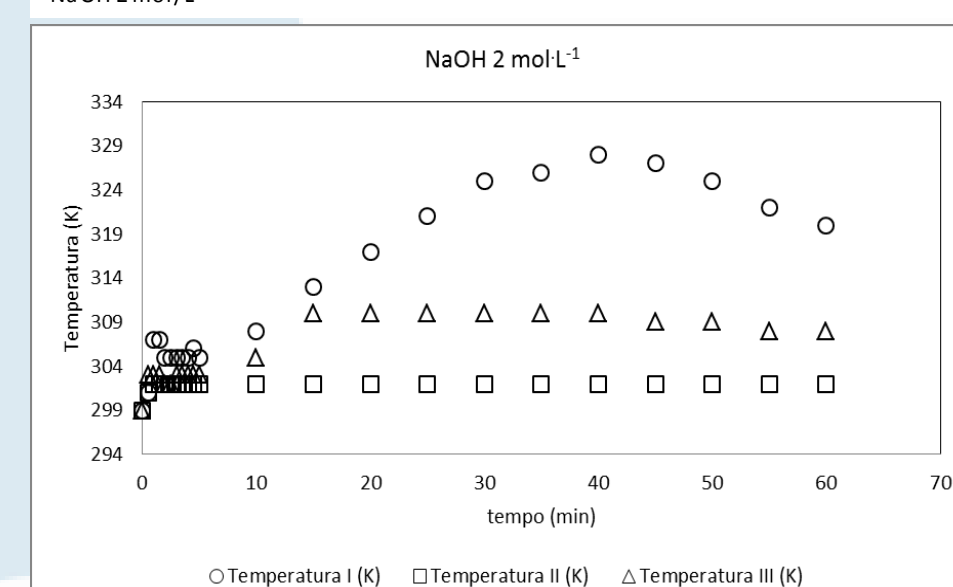
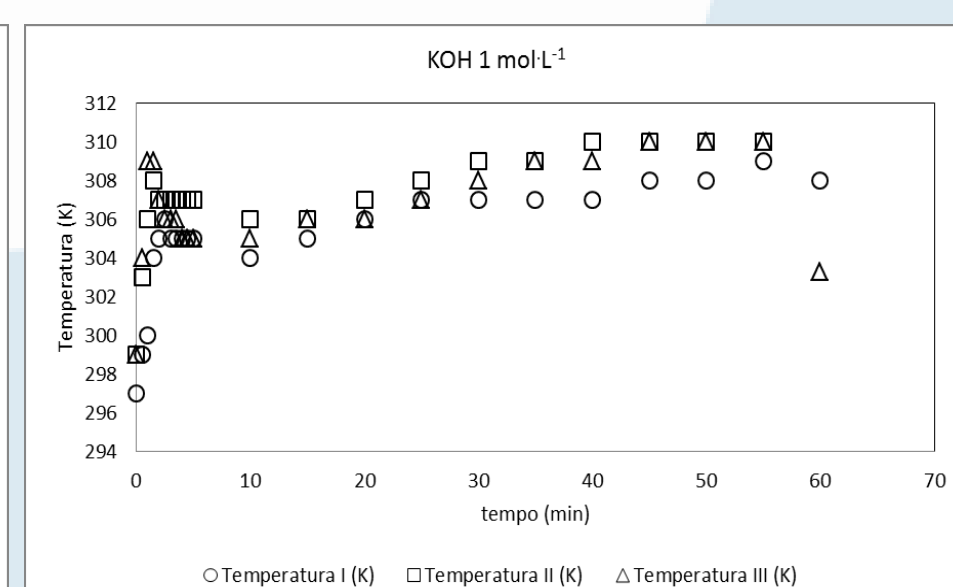
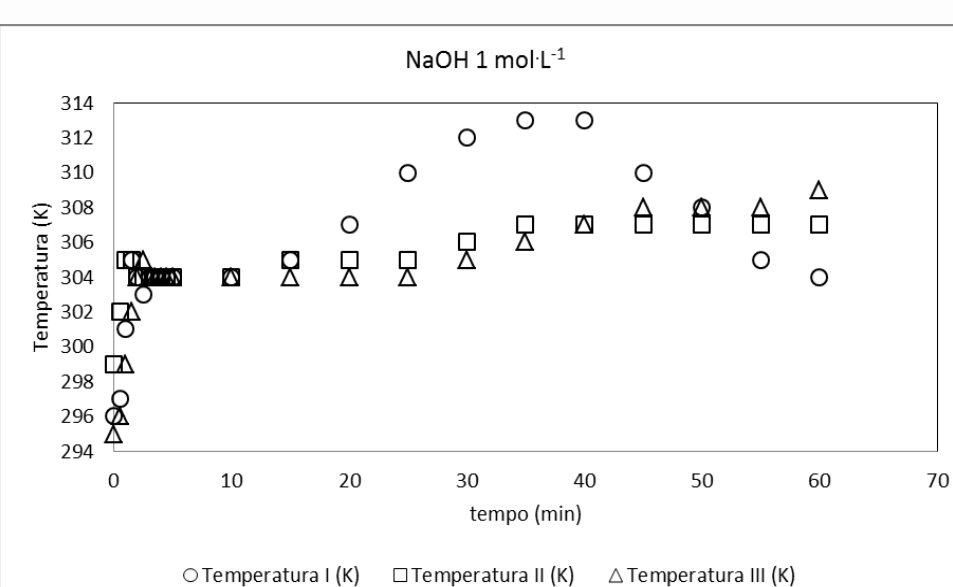


Figura 3 – Resultados de temperatura do cátodo da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de NaOH 1 mol/L.

Figura 6 – Resultados de temperatura do cátodo da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de KOH 1 mol/L.

Figura 9 – Resultados de temperatura do cátodo da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de NaOH 2 mol/L.

Figura 12 – Resultados de temperatura do cátodo da operação da célula de combustível em função do tempo. Formação de hidrogênio a partir da reação entre alumínio e água em solução de KOH 2 mol/L.

Conclusões

A partir dos dados obtidos verificou-se que a membrana deve possuir um grau de umidade adequado para trabalhar com maior estabilidade, mesmo que isto custe um aumento no tempo do período transiente inicial. Obteve-se maiores valores de potencial e corrente no menor tempo possível com membranas novas e secas. Todavia, houve uma rápida queda de potencial e corrente com o decorrer da formação de hidrogênio e aumento da umidade da membrana devido à formação de água e arraste de vapor da solução alcalina. O desempenho da célula de forma geral foi mais satisfatório na presença de NaOH do que utilizando-se KOH, pelo fato de que a velocidade da formação de hidrogênio é mais lenta em soluções de KOH do que NaOH para mesma temperatura.

A principal justificativa para as rápidas queda de potencial e corrente obtidas foi o *crossover* (hidrogênio não reagido no ânodo que atravessa a membrana). Além disso, verificou-se que o arraste de vapor das soluções alcalinas promoveu a contaminação da membrana. O sistema membrana-camadas de difusão estavam manualmente compactados, gerando vazios que facilitavam o acúmulo de gases e a perda de contato entre as diferentes camadas.

Agradecimentos