

Materiales Avanzados para Aplicaciones Especiales

Paulo Emílio V. de Miranda¹

¹Editor-Jefe
Revista Matéria
E-mail: pmiranda@labh2.coppe.ufrj.br

El desarrollo tecnológico de base científica de nuevos materiales ha proporcionado el surgimiento de materiales muy específicos para aplicaciones especiales. Una de esas aplicaciones incluye la utilización directa de etanol como combustible en pilas de combustible de óxido sólido, que están entre los más eficientes generadores de energía eléctrica conocidos hasta el momento. El uso de un combustible líquido y, por eso, fácil para almacenar y distribuir, es de gran interés. Entretanto, el uso de etanol en pilas de combustible requiere normalmente la realización previa de un proceso de reforma para producir hidrógeno, el cual, una vez purificado, es utilizado como combustible. Esto se debe a que la utilización directa de etanol como combustible en una pila de combustible de óxido sólido resulta en la deposición de carbono sólido, como consecuencia de la pirólisis del etanol a la temperatura elevada de operación de la pila de combustible. El carbono sólido depositado en el ánodo convencional de una pila de combustible de óxido sólido rellena sus poros, dificultando el pasaje del gas combustible, y ejerce presión interna, la cual rápidamente ocasiona la deterioración completa del ánodo y, en consecuencia, de la pila de combustible misma. La Figura 1 ejemplifica eso para una pila de combustible de óxido sólido unitaria, con ánodo convencional de óxido de níquel en electrolito de zirconia estabilizada con itria – ZEI – operada a 950°C durante 200 horas. Eso hace imposible la utilización directa de etanol en una pila de combustible de óxido sólido debido a su rápida deterioración.

Por eso, fue buscada una solución que no requiera la laboriosa reforma previa del combustible para producción y purificación del hidrógeno combustible, sino que permita la utilización directa del etanol en pilas de combustibles de óxido sólido. Ensayos preliminares fueron realizados con suceso en una pila de combustible unitaria con un ánodo compuesto de Cu-CeO₂-ZEI [2], la cual no presentó pérdida significativa de desempeño después de 200 h de operación con utilización directa de etanol como combustible.

Otra innovación fue realizada en ese área en el 2009 [3] y posteriormente divulgada en la literatura científica [1, 4], utilizando como nuevo material para ánodo de pila de combustible de óxido sólido la fase CeAlO₃. El desarrollo del nuevo material para el ánodo permitió la operación de la pila de combustible sin pérdida significativa de desempeño y sin deposición de carbono que tornara el dispositivo inactivo, como se muestra en la Figura 2. Para eso, el electrocatalizador cerámico fue sintetizado por el método del citrato amorfo. Las condiciones de síntesis fueron diseñadas para producir polvos cerámicos de tamaño nanométrico para los cuales fueron seleccionadas condiciones de calcinación de manera que se satisfagan requisitos tales como facilidad de sinterización, formación de fases específicas, control del tamaño de las partículas, del área superficial y de la morfología adecuadas a la producción de suspensiones cerámicas necesarias para la fabricación del ánodo funcional para pilas de combustible de óxido sólido. Fue verificado [4] que la calcinación en atmósfera oxidante induce la transformación de la fase CeAlO₃, con estructura tetragonal de la perovskita, a las fases CeO₂, con estructura de fluorita cúbica y Al₂O₃. Pero este polvo cerámico compuesto de CeO₂ y Al₂O₃ así obtenido puede ser revertido a CeAlO₃ si es calcinado en atmósfera de hidrógeno.

Como resultado, la síntesis controlada del nuevo material cerámico avanzado [3,4] y su incorporación en suspensión cerámica para fabricación de un ánodo funcional, fue utilizada con éxito en la aplicación especial que involucra la utilización directa de etanol como combustible en pilas de combustible de óxido sólido, con desempeño adecuado [1]. Esto se verifica porque la microestructura del ánodo no fue seriamente afectada por la utilización directa de etanol, presentando buena estabilidad y resistencia a la formación de coque, al bloqueo con carbono sólido y al agrietamiento.

La revista Materia es receptiva a la publicación de informes de desarrollo de nuevos materiales para abrir nuevas aplicaciones en dispositivos de ingeniería.

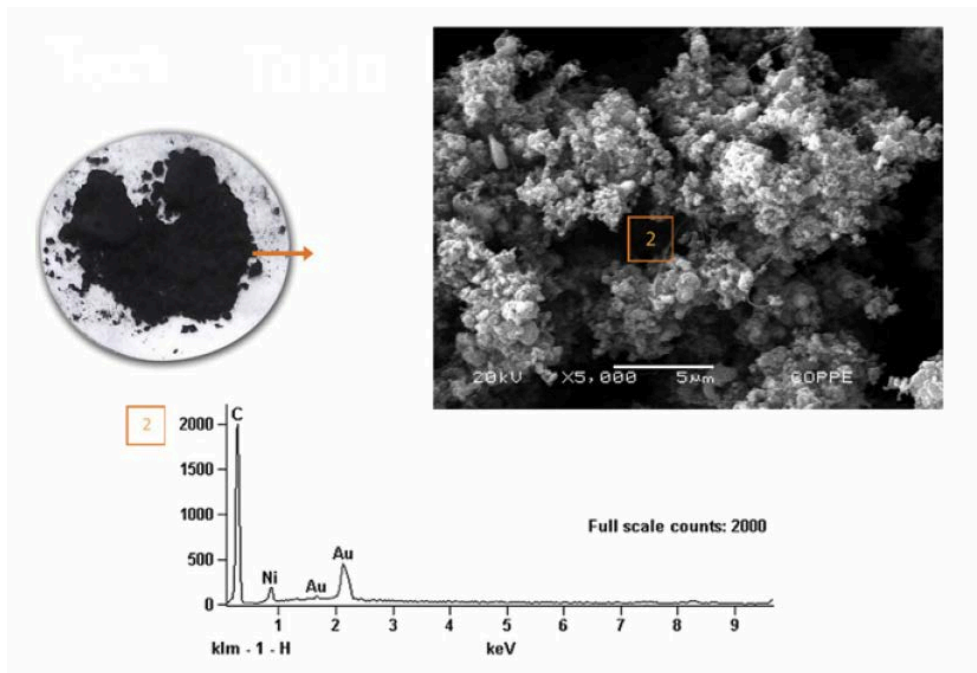


Figura 1: Aspecto macroscópico de una pila de combustible de óxido sólido unitaria con ánodo convencional de óxido de níquel en electrolito de zirconia estabilizada con itria operada durante 200 h con la utilización directa de etanol como combustible a 950°C, a la izquierda, donde se observa intensa precipitación de carbono sólido, también visible en la micrografía electrónica de barrido presentada a la derecha e identificada abajo por un intenso pico de carbono en el análisis químico por espectroscopia de energía dispersiva [1].(adaptado de [1], con el permiso de Elsevier).

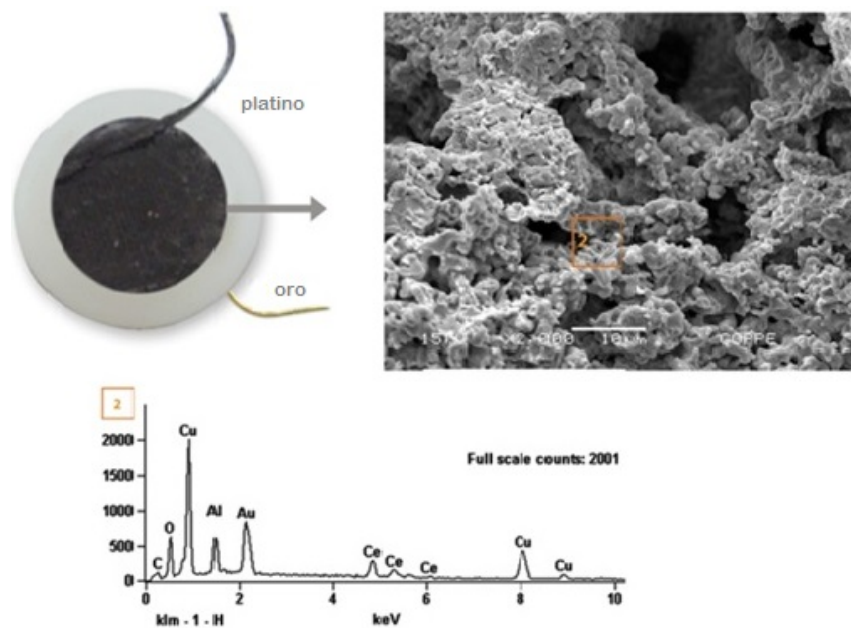


Figura 2: Aspecto macroscópico de una pila de combustible de óxido sólido unitaria con ánodo convencional de $CeAlO_3/CeO_2-Al_2O_3$ en electrolito de zirconia estabilizada con itria operada durante 200 h con la utilización directa de etanol como combustible a 950°C, a la izquierda, donde se observa el ánodo íntegro y sin deposición de carbono sólido, también visible en la micrografía electrónica de barrido presentada a la derecha y caracterizado abajo por la presencia de un pico de carbono con baja intensidad en el análisis químico por espectroscopia de energía dispersiva [1]. (adaptado de [1], con el permiso de Elsevier).

BIBLIOGRAFÍA

- [1] VENÂNCIO, S. A., MIRANDA, P. E. V., “Solid oxide fuel cell anode for the direct utilization of ethanol as a fuel”, *Scripta Materialia*, pp. 1065-1068, 2011.
- [2] VENÂNCIO, S. A., GURIERRES, T. F., SARRUF, B. J. M., MIRANDA, P. E. V., “Oxidación directa del etanol en el ánodo de pila de combustible de óxido sólido”, *Matéria*, v. 13, n. 3, pp. 560-568, 2008.
- [3] MIRANDA, P.E.V., VENÂNCIO, S.A., MIRANDA, H.V., “Proceso para la oxidación directa y/o la reforma interna del etanol, pila de combustible de óxido sólido utilizada para la oxidación directa y/o la reforma interna de etanol, catalizador y ánodo electrocatalizador multifuncional para la oxidación directa y/o la reforma interna directa del etanol”, Patente INPI no. PI0901921-9, 17/06/2009.
- [4] VENÂNCIO, S. A., MIRANDA, P. E. V., “Synthesis of CeAlO₃/CeO₂-Al₂O₃ for use as solid oxide fuel cell functional anode material”, *Ceramics International*, v. 37, pp. 3139-3152, 2011.