

Nuevos Materiales para Buses Limpios de Alta Tecnología

Paulo Emílio V. de Miranda^{1,2}, Edvaldo da Silva Carreira²

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

²Laboratório de Hidrógeno, Coppe-Universidad Federal de Rio de Janeiro, Av. Horácio Macedo, 2030, I-146, 21941-914 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Una evaluación de la secuencia utilizada por nuestra sociedad para seleccionar los combustibles que hemos utilizado para la producción de energía [1] muestra un cambio continuo y progresivo desde combustibles más ricos en carbón, como la madera y el carbón, hasta otros más ricos en hidrógeno, tales como el petróleo y el gas natural. Eso muestra una clara tendencia de decarbonización de los combustibles para alcanzar eventualmente una era de predominancia del hidrógeno como la principal fuente de energía. Sin embargo, hoy día aún os basamos fuertemente en los combustibles fósiles y en las ineficientes máquinas de combustión interna. Una de las consecuencias importantes de esa opción es la polución ambiental, la cual afecta de forma perjudicial el planeta y a los seres vivos. Entre los tipos de polución conocidos se da mucha atención a los que causan el efecto invernadero, contribuyendo con el aumento de la temperatura terrestre y del nivel de los océanos. Pero, fue resaltado recientemente [2] que los materiales particulados, principalmente aquellos de pequeñas dimensiones, con diámetro más pequeño que 2,5 μm , los cuales son emitidos por los medios de transporte, pueden causar maleficios a la humanidad.

El panorama arriba mencionado llama a la responsabilidad de proveer las soluciones de ingeniería y los materiales adecuados para la disminución del impacto ambiental experimentado por las regiones metropolitanas urbanas a través de su sector de transportes. El ruido arriba de los niveles aceptables para el confort humano, la ineficiencia energética característica de las máquinas térmicas y la inefable polución que prejuzga el planeta y sus habitantes no caben más en el discurso simplista del “costo más pequeño” de venta de los vehículos actuales comparados con los de tecnología más moderna. Para los centros urbanos donde los buses son utilizados de forma intensiva, como en Rio de Janeiro, en Bogotá, en la Ciudad de México, en Nueva Deli o Beijing, la situación es aún más desastrosa por la utilización del diésel, un gran contaminante urbano. La opción por vehículos con tracción eléctrica no es nueva, se uno considera las experiencias realizadas con suceso desde el inicio del siglo XX y luego reemplazadas por la oportunidad de uso de los derivados del petróleo, pero es innovadora se a ella se agrega la pila de combustible alimentada con hidrógeno, como un generador embarcado de electricidad.

En se tratando de grande centros urbanos modernos, más vale no considerar el incentivo al uso de vehículos personales, los automóviles, que abarrotan las calles de tal forma que su uso hoy día confiere una mera ilusión de poder sobre la movilidad personal. Se torna conveniente, además, optar por el transporte de masa con calidad, que puede ser alcanzado con uso de bus híbrido-eléctrico con pila de combustible alimentada con hidrógeno. Las ventajas son múltiples, pues el vehículo es silencioso, como es típico de vehículos con tracción eléctrica, no sucia el medio ambiente, una vez que su descarte no es más que el vapor de agua, es muy eficiente en el uso de energía, rompiendo el vínculo con las perdularias máquinas térmicas y, por fin, pero no menos importante, utiliza el hidrógeno como combustible y el oxígeno del aire para generar electricidad. El hidrógeno, cuyo uso con seguridad ya está bien establecido por la ingeniería, es un combustible inagotable, el cual puede ser producido a partir de muchas materias primas diferentes, incluyendo el agua y las biomásas. Eso le da al hidrógeno características renovables y disponibilidad independiente del posicionamiento geográfico, contrariamente al que ocurre con los combustibles fósiles.

Variadas experiencias fueran echas en el mundo para el desarrollo y la fabricación de prototipos de buses a hidrógeno. El programa más grande de esa área fue realizado entre 2001 y 2006, utilizando 27 buses en nueva ciudades europeas diferentes, con testes de vehículos con público y todo el sistema de aprovisionamiento, operación y mantenimiento, y fue denominado CUTE – *Clean Urban Transport for Europe* [3]. Aunque fundamental para el aprendizaje de uso de la nueva tecnología, el CUTE ha utilizado buses totalmente energizados por pilas de combustible alimentadas con hidrógeno, con desempeño de 25 kg de hidrógeno por 100 km rodados. Sin embargo, el nuevo programa europeo, CHIC – *Clean Hydrogen in European Cities*[4], se inició en 2010 con pronóstico de funcionar hasta 2016 en 5 ciudades europeas, utiliza sistema embarcado de energía eléctrica, el cual a permitido reducir la potencia de las pilas de combustible. Eso a representado una mejora considerable de desempeño, alcanzando cerca de 12 kg de hidrógeno por 100 km desplazados. Otros proyectos han sido desarrollados en Canadá, Corea del Sur, Japón y en China con eficiencias de operación de cerca de 10 kg de hidrógeno por 100 km fueran reportadas [5].

En Brasil, la Universidad Federal de Rio de Janeiro desarrolló nueva tecnología de buses a hidrógeno, introduciendo la importante característica del hibridismo de energía. En ese caso, el vehículo tiene conexión a la red eléctrica para recargar su sistema de almacenamiento de energía eléctrica antes de salir del garaje, tiene pila de combustible de baja potencia y se utiliza de forma muy efectiva de la regeneración de energía cinética en energía eléctrica en procesos de desaceleración y frenaje. El proyecto ha dado énfasis a la ingeniería de hibridación de la energía embarcada, tiendo realizado desarrollos propietarios de los equipos utilizados en los sistemas de tracción y auxiliar, todos con funcionamiento dependiente de energía eléctrica. La drástica disminución en la potencia de la pila de combustible en función de la configuración híbrida utilizada y de su modo de funcionamiento, el énfasis en la regeneración de energía cinética en energía eléctrica y el avance realizado en ingeniería de hibridación de la energía eléctrica embarcada han resultado en gaño expresivo de desempeño, para atingir cerca de 5 kg de hidrógeno por 100 km y 48,2% de eficiencia energética, como señalado en el grafico de *Sankey* de la Figura 1.

El desarrollo de buses modernos de alta tecnología representa un gran reto del área de materiales. Eso porque, además de los dispositivos recientes y innovadores que exigen nuevas configuraciones de ingeniería y nuevos materiales, las partes convencionales de los vehículos también tienen que ser revisadas, con el reto de disminuir el peso propio para contribuir con la mejoría de la eficiencia energética. Por eso, componentes hoy fabricados en acero tienen que ser sustituidos por aleaciones de aluminio, materiales compuestos y poliméricos de alta resistencia mecánica. Además de eso, vehículos con tracción eléctrica exigen el uso de sistemas de almacenamiento de energía, los cuales utilizan metales tierras raras, cuyos métodos de reciclaje tienen aún que ser mejor establecidos. Las pilas de combustibles de baja temperatura de operación utilizadas en esa aplicación dependen del uso de metales nobles, membranas poliméricas sulfatadas conductoras de iones y materiales carbonosos, cuya fabricación es altamente especializada y demanda nuevos procedimientos con composiciones alternativas para mejorar el desempeño y disminuir los costos. Artículos sobre esos temas son muy bien venidos para publicación en la revista *Materia*.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] MIRANDA, P.E.V. de, “Combustibles – materiales esenciales para proveer energía a nuestra sociedad”, *Matéria*, v. 18, n. 3, 2013.
- [2] MIRANDA, P.E.V. de, “Materiales particulados: productos amenazadores resultantes de la quema de combustibles”, *Matéria*, v. 18, n. 4, pp. i-iii, 2013.
- [3] SAXE, M., FOLKESSON, A., ALVFORS, P. “Energy system analysis of the fuel cell buses operated in the project: Clean Urban Transport for Europe”, *Energy*, v. 33, n.5, pp. 689-711, 2008.
- [4] CHIC PROJECT, <http://chic-project.eu/category/info-centre/official-reports>. Acedido en: 2014.
- [5] XU, L., LI, J., OUYANG, M., et al., “Multi-mode control strategy for fuel cell electric vehicles regarding fuel economy and durability”, *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 39, pp. 2374-2389, 2014.

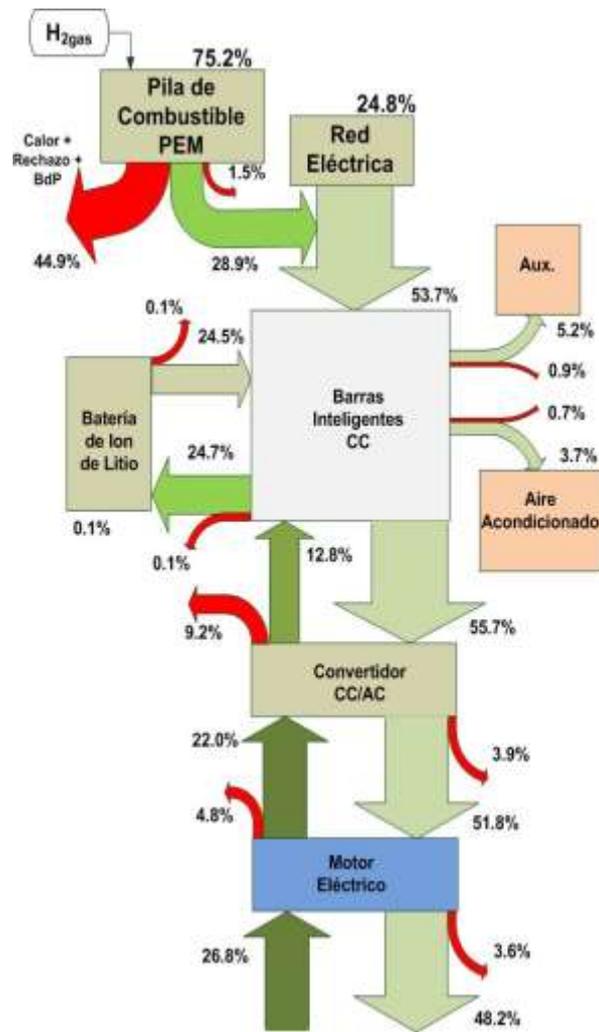


Figura 1: Gráfico de Sankey, el cual muestra los dispendios energéticos de los sistemas de tracción y auxiliar del bus y permite determinar la parcela de la energía total almacenado en el vehículo efectivamente utilizada en el aje del motor de tracción, tiendo alcanzado 48,2%.