

# Combustibles – materiales esenciales para fornecer energía a nuestra sociedad

Paulo Emílio V. de Miranda

Editor-Jefe  
Revista Matéria  
[pmiranda@labh2.coppe.ufrj.br](mailto:pmiranda@labh2.coppe.ufrj.br)

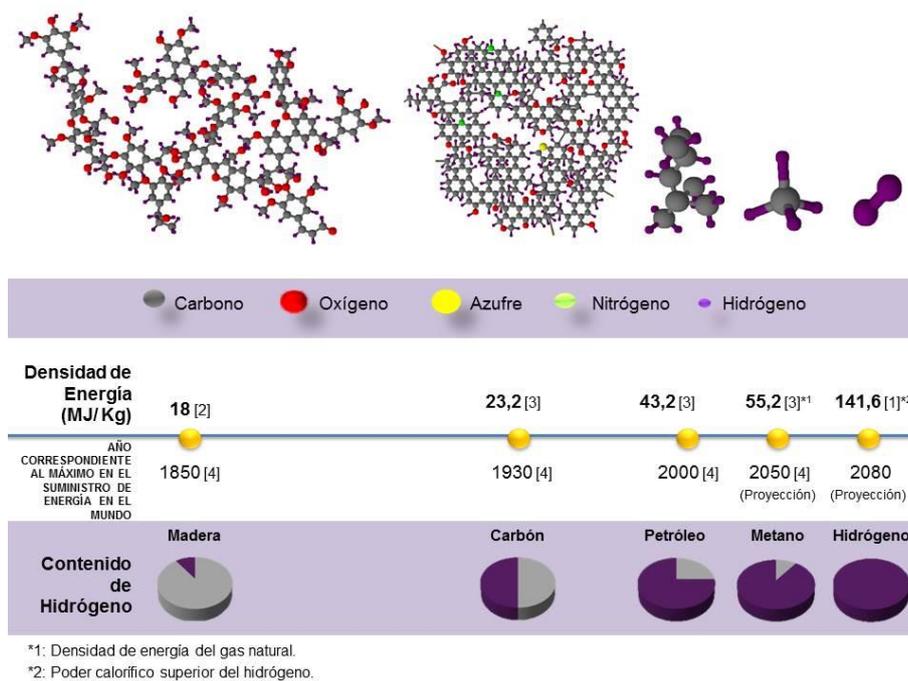
Entre la grande variedad de materiales que son estudiados y caracterizados, los combustibles representan una clase especial debido a su carácter esencial para la existencia y sobrevivencia de nuestra sociedad, la cual requiere progresivamente cantidades crecientes de energía para producir bienes, servicios, víveres y garantizar el funcionamiento de máquinas, equipos y vehículos. Aunque los combustibles nucleares y el agua sean utilizados para la generación de energía eléctrica en larga escala y los alcoholes, oleos vegetales y las gorduras de origen animal fueran y siguen siendo usados para fines energéticos, la escena mundial ha sido dominada por siglos por la madera y, subsecuentemente, por los combustibles fósiles, el carbón, el petróleo y el gas natural. Esos, normalmente reaccionando con el oxígeno, proveen el potencial energético requerido al liberar para uso humano parte de la energía química que contienen. El enfoque en época reciente, a partir de la Revolución Industrial, muestra características descritas en la Figura 1, la cual utilizó diseños adaptados de las estructuras químicas de los combustibles de Gupta [1], datos medianos de densidad energética [1-3], presenta los años de máximo suministro mundial para cada combustible con proyecciones de la literatura [4] y propia e incluye el hidrógeno como el vector energético del futuro. Vale resaltar aquí que el hidrógeno no es un combustible primario como los otros presentados en la Figura 1, pues requiere una fuente de energía para que sea producido a partir del agua, de combustibles fósiles o de biomásas para actuar como un portador de energía.

Varios aspectos importantes pueden ser sacados por análisis de la Figura 1, tales como:

1. La complejidad química de los combustibles apuntados decrece fuertemente con los años. La madera y el carbón poseen configuración química mucho más compleja que sus sucedáneos;
2. Hay una disminución importante en el contenido en carbono, que configura una descarbonización progresiva de los combustibles que vienen siendo utilizados por nuestra sociedad;
3. El contenido energético que cada combustible ofrece crece de forma muy significativa en la era del óleo y del gas natural y tiene potencial para un nuevo y gran salto con el uso del hidrógeno. Los valores de densidad energética para el carbón, el petróleo y el gas natural fueran obtenidos como siendo la mediana reportada para los diez más grandes productores mundiales de esos combustibles [3].;
4. El contenido en hidrógeno es progresivamente aumentado, para tornarse mayoritario en el petróleo y en gas natural, eso último esencialmente compuesto por metano, hasta presentar el hidrógeno como el gas combustible del futuro y fundar una nueva era para la humanidad;
5. Los combustibles vienen siendo utilizados por nuestra sociedad de forma simultánea, eso es, aún hoy día utilizamos la madera para fines energéticos. Entretanto, hay épocas específicas en las cuales un determinado combustible ha dominado la escena mundial, siendo utilizado para proveer la mayor cantidad de energía consumida en el mundo. Eso ha ocurrido con la madera en el alba de la Revolución Industrial, en el entorno de 1850; con el carbón hasta el momento en que el transporte vehicular trajo el uso del combustible líquido del siglo XX, próximo de 1930; e con el petróleo en el inicio de ese milenio. Actualmente, estamos en plena era del metano, elemento mayoritario del gas natural, en el gas de síntesis, en el gas de esquistos y en biogases, lo cual se admite atngir el máximo en el suministro global en mediados del siglo XXI. Una extensión de eso escenario puede ser imaginada caso la exploración del hidrato de metano, existente en gran cantidad en la base de los océanos, tórnese viable técnica y comercialmente. Vale también considerar que la disminución en el uso de los combustibles fósiles ocurre mismo que sigan disponibles en la cantidad requerida, ya que motivaciones de carácter ambiental imponen su sustitución, abriendo más espacio para las energías renovables. Con base en la cinética de evolución de los combustibles usados en gran escala hasta el momento, fue posible plantear que la humanidad tendrá por el entorno de 2080 sus necesidades energéticas suministradas esencialmente por el combustible decisivo y inagotable, el hidrógeno. Sin embargo, el inicio de la era del hidrógeno no abarcará solamente el uso directo del hidrógeno, pero sobretodo de compuestos que contienen alta densidad de hidrógeno. La era del hidrógeno también abre oportunidades para un uso más eficiente de la

energía y con agresión más pequeña al medio ambiente, tornando operacionales formas sustentables para la exploración energética. Por otra parte, surgirá un cambio de carácter geopolítico muy importante basado en el hecho de que el hidrógeno puede ser producido a partir de muchas materias primas diferentes, disponibles en todos los países del mundo, de forma contraria a la ocurrencia localizada de los combustibles fósiles. Eso creará un diferencial enorme en relación a la situación vivenciada en todo el siglo XX y que contamina el inicio del siglo XXI, cuando intervenciones inter-países y disputas feroces por la propiedad y el comercio del petróleo o del gas natural vienen causando pérdidas irreparables a la humanidad. Bien adelante, en los siglos subsecuentes, el dominio avanzado de la Física Atómica podrá permitir transposición para un nuevo nivel de intensidad energética con el aprovechamiento de la energía contenida en los átomos y por reacciones nucleares entre estos de forma controlada.

El desafío científico y tecnológico para adentrar la era del hidrógeno es también un grande desafío para el área de ciencia e ingeniería de los materiales, por el requisito de conocimiento significativo sobre materias primas, métodos tecnológicos y nuevos materiales para posibilitar o facilitar la producción, el almacenamiento y el uso seguro del hidrógeno. La revista *Materia* viene trabajando ese tema [5] y fortalece la invitación para que nuevos artículos muestren nuevos caminos posibles a seguir.



**Figura 1:** Combustibles usados por nuestra sociedad desde la Revolución Industrial, mostrando su progresiva descarbonización y aumento en el contenido de hidrógeno y en la densidad energética, con indicaciones y proyecciones de períodos correspondientes al máximo de utilización.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] GUPTA, R.B., “*Hydrogen Fuel-Production, Transport and Storage*”. B. Raton, FL, USA, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009.
- [2] Energy Statistics Manual, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/statistics\\_manual.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/statistics_manual.pdf).
- [3] Key World Energy Statistics, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2013, <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2013.pdf>.
- [4] AUSUBEL, J.H., GRUBLER, A., NAKICENOVIC, N., “Carbon Dioxide Emissions in a Methane Economy”, *Climatic Change* v. 12, n. 03, pp. 245-63, 1988.
- [5] MIRANDA, P.E.V., “Materiales para uso en la industria de energía”, *Matéria*, v. 18, n. 01, 2013.