

## RESULTADOS PRELIMINARES DE LA HIDROPIRÓLISIS RÁPIDA

## DEL CARBÓN DE RIO TURBIO (ARGENTINA) (\*)

Mario O. Cenciq  
Gerson J. S. Ciampi  
Carlos A. Luengo

Laboratório de Combustíveis Alternativos (LCA)  
Instituto de Física "Gleb Wataghin" (IFGW)  
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

José R. Fusco  
Ana L. Cukierman  
Norberto O. Lemcoff

Programa Integrado de Materiales y Energía (PINMATE)  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN)  
Universidad Nacional de Buenos Aires (UNBA)

## RESUMO

Mediante o intercâmbio de pesquisadores de ambos programas, foi iniciado o estudo da hidrogenação do carvão sub-betuminoso de Rio Turbio no reator de hidropirólise desenvolvido na UNICAMP.

São apresentados os resultados destas experiências preliminares sob condições de baixa pressão de hidrogênio, indicando resultados positivos para a continuação das pesquisas.

## ABSTRACT

Sub-bituminous coal samples from the field of Rio Turbio have been hydrotreated at the FHP bench reactor developed at UNICAMP. The preliminary results obtained at low hydrogen pressures are encouraging and are reported here.

---

(\*) Desarrollado en el marco del Convenio  
PINMATE/CONICET (Argentina) - LCA/CNPq (Brasil)

## 1. INTRODUCCIÓN

La existencia de importantes reservas de carbón en la República Argentina (1), ha llevado a considerar al mismo como un posible sustituto del petróleo y sus derivados en la generación de energía y combustibles, así como de insumos químicos. Dicho carbón viene siendo objeto de estudios en el área de la combustión de "chars" (2) obtenidos por carbonización, en el ámbito del Programa Integrado de Materiales y Energía (PINMATE) de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

Por otro lado, el método de hidropirólisis rápida desarrollado en el Laboratorio de Combustibles Alternativos (3)(4), tiene como fin principal la obtención de insumos aromáticos a partir de carbones y biomásas brasileros. Dicho proceso consiste en la hidrogenación ultra rápida del carbón finamente dividido, a temperaturas superiores a los 500 °C y presiones hasta 100 atm.

Es importante tener en cuenta que la reacción de hidropirólisis pertenece al tipo de reacciones sólido reactivo/gas y, en consecuencia, los parámetros cinéticos dependen entre otras cosas de las características físicas y fisico-químicas del sólido.

El objetivo del presente trabajo (encuadrado en la cooperación científica Argentina-Brasileira y dentro de las actividades del PINMATE) es la observación del comportamiento del carbón subbituminoso perteneciente al yacimiento de Rio Turbio, ubicado en la región sur de la Cordillera de los Andes (República Argentina), en el reactor de Hidropirólisis Rápida (HPR) construido por el Laboratorio de Combustibles Alternativos de la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP).

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 Preparación de las muestras

Las muestras recibidas, acondicionadas en bolsas de plástico rotuladas "Carbón de Rio Turbio, F-16", fueron sucesivamente pulverizadas en un molino de discos hasta que todo el material pasó por el tamiz 60 Tyler, y a continuación fue separado en las diferentes granulometrias, para la realización de los diversos análisis y de las experiencias de hidropirólisis.

Se trata, así, de una de las fracciones comerciales resultante del beneficiamiento del carbón bruto a través de la depuración por "vía húmeda" con medios densos.

### 2.2 Propiedades del material

Los resultados del análisis inmediato y del poder calorífico superior, realizados según las normas ASTM, están indicados en la parte superior de la Tabla 1, mientras que resultados representativos del análisis elemental (2) se encuentran en la parte inferior de la misma.

### 2.3 Reactor de HPR

Se trata de un reactor de flujo descendente, ya descrito anteriormente (3), donde las partículas pasan a través de un tubo de reacción mantenido a temperatura constante (hasta 950 °C) y bajo presión de hidrógeno (hasta 100 atm), el cual circula con un caudal de 1 a 10 Nm<sup>3</sup>/min.

Como paso inicial de las experiencias con este carbón, fue determinada la característica del alimentador de carbón, tomando en este caso la fracción granulométrica (- 60, + 100) Tyler, o sea, con un diámetro de partícula entre 74 y 149  $\mu\text{m}$ . Se pesó el carbón alimentado a intervalos constantes de un minuto.

Por el método de cuadrados mínimos se obtuvo la recta de regresión lineal de forma:

$$m = 7,92 \text{ g/min} \cdot t - 2,0034 \text{ g}$$

con un factor de correlación  $r = 0,999966$ , lo que implica un flujo uniforme de 1.073,2 g/h.

### 3. RESULTADOS

Estas primeras experiencias fueron realizadas en función de la temperatura, manteniendo constante la presión de hidrógeno en el reactor, colectando el sólido residual y los líquidos en los diversos colectores del sistema. La Tabla 2 contiene el resumen de los valores de las variables de operación, así como de los resultados preliminares alcanzados, donde "bs" indica "base seca" y "bp" indica "base pura", o sea, los valores expresados en "% bp" para los líquidos colectados y para la conversión global indican cuanto de la materia orgánica del carbón fue transformada, respectivamente, en líquido y en el total de productos (gas + líquido). Es importante notar que estos valores correspondientes a los líquidos tienen embutida la incerteza de la eficiencia de los condensadores, por lo cual no reflejan completamente el rendimiento de la conversión a líquidos, el cual debe ser calculado a partir de balances de masa del proceso más completos.

### 4. CONCLUSIONES

Estas experiencias muestran que es posible, técnicamente, procesar el carbón mineral de Río Turbio - un carbón sub-betuminoso con alto contenido de volátiles - mediante la pirólisis en atmósfera de hidrógeno a presión, objetivando la obtención de insumos químicos de interés para la industria.

Estos datos preliminares, obtenidos en condiciones de baja presión y con variación de la temperatura entre 500 y 800 °C, muestran una conversión significativa a compuestos gaseosos y líquidos, ya que el valor de "volátiles" obtenido en el análisis ASTM (indicado en la Tabla 1) corresponde a una temperatura de pirólisis de 950 °C y un tiempo de residencia de 7 minutos, mientras que en la HPR los tiempos de residencia son del orden de segundos, además de la menor temperatura de estas experiencias. Los valores relativamente altos de volátiles y bajos de cenizas de los residuos sugieren la potencialidad para una mayor conversión de este carbón, a medida que otras condiciones de operación sean estudiadas.

Indican, también, que no hay una variación significativa de la conversión del carbón mineral de Río Turbio en función de la temperatura en las condiciones de operación estudiadas.

Para completar el cuadro experimental faltaría obtener información cuali-semicuantitativa acerca de los componentes presentes en los dos colectores de líquidos; poderes caloríficos de los mismos así como también de los residuos sólidos y un análisis de los cromatogramas de los productos gaseosos, estableciendo criterios de selectividad operacional en función de los insumos obtenidos y su potencial económico en el mercado.

Se prevé, en consecuencia, continuar el estudio del comportamiento experimental de la conversión global del carbón de Río Turbio a través de la técnica de HPR, en función de otros parámetros significativos del proceso como ser la presión de hidrógeno, los tiempos de residencia, la granulometría, etc., además de ampliar el rango de temperaturas estudiado en este trabajo.

**5. BIBLIOGRAFÍA**

- (1) Generalidades sobre combustibles sólidos minerales. Carbones argentinos, Publicación de Yacimientos Carboníferos Fiscales (YCF), Buenos Aires, setiembre de 1979, 31 páginas.
- (2) M.C.GUTIERREZ - A.L.CUKIERMAN - N.O.LEMCOFF, Kinetic study of the reaction of a subbituminous coal char with oxygen, **Reactivity of Solids**, 4(1987)227-236.
- (3) M.O.CENCIG - J.R.GOMES - C.A.LUENGO, Insumos aromáticos a partir do carvão de Candiota: resultados da hidropirólise rápida, **Anais do III Congresso Brasileiro de Energia**, RJ, outubro de 1984, pp.273-280.
- (4) M.O.CENCIG - G.J.S.CIAMPI - C.A.LUENGO, Flash hydrolysis of a high ash Brazilian coal, **Fuel Proc. Technology**, 15(1987)83-89.

Tabla 1: Características del carbón

	<u>% (base seca)</u>
Humedad (1)	12,6
Volátiles (2)	40,5 - 43,0
Cenizas (2)	13,2 - 16,8
P.C.S. (kcal/kg)	5.410
	<u>% (base pura)</u>
Carbono	75,5
Hidrógeno	6,4
Nitrógeno	0,9
Azufre	1,0
Oxígeno (3)	16,2

- (1) determinada sobre la muestra original  
 (2) rango encontrado para las diferentes granulometrias  
 (3) determinado por diferencia

Tabla 2: Experiencias preliminares de la HPR con el carbón de Rio Turbio

Condiciones de operación	
Presión (atm)	11,5
Temperatura (oC)	500 - 800
Caudal (Nm <sup>3</sup> /h)	3 - 3,5
Residuo sólido	
Volátiles (% bs)	19,0 - 23,8
Cenizas (% bs)	20,8 - 22,6
P.C.S. (kcal/kg)	5.827
Líquidos colectados (% bp)	5,8 - 22,0
Conversión global (% bp)	33,6 - 40,1

