



TRATAMENTO TERMICO DE ALTA PRESSAO DOS COMPONENTES PRINCIPAIS DA MADEIRA POR ANALISE TERMOGRAVIMETRICA

¹Napoli, Alfredo (alfredo.napoli@cirad.br), ¹Boutahar, Nabila (nabila.boutahar@cirad.fr)

¹CIRAD – Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique

Research Unit Biomass, Wood, Energy, Bioproducts – TA B-114/16– Rue Jean-François Breton 34398 –
Montpellier, France

RESUMO: A biomassa lignocelulósica é uma das principais fontes de energia renovável no mundo. A baixa densidade energética da madeira limita seu uso devido ao elevado custo do transporte. A conversão em fonte de energia de segunda geração, com alta densidade energética, efetuada através dos processos de pirólise e gasificação é de primeira importância. Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito do tratamento térmico de pirólise em alta pressão na conversão dos componentes principais da madeira com fins energéticos. O estudo foi realizado empregando a técnica de análise termogravimétrica (TGA) em alta pressão desenvolvida no laboratório. As amostras usadas (celulose microcristalina, xilane e lignina) foram fornecidas pelo distribuidor Sigma-Aldrich. As experimentações foram analisadas na faixa de temperatura 20-1000 °C com taxa de aquecimento de 5 °C·min⁻¹ e fluxo do gás nitrogênio contínuo de 30 Nml·min⁻¹. O parâmetro pressão foi controlado pelo regulador Brooks 5866 nas condições de pressão 0,1 MPa, 0.5 MPa e 1 MPa. Os resultados evidenciaram a influência da pressão e da temperatura de pirólise sobre a estabilidade térmica dos componentes e mostra a importância positiva ou negativa da pressão sobre as reações secundárias de pirólise, parcialmente responsável do aumento no rendimento em carvão vegetal durante a conversão.

Palavras Chave: madeira, pirólise, pressão, carvão vegetal, TGA

STUDY OF PYROLYSIS OF WOOD AT ELEVATED PRESSURE THROUGH THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF THE MAIN COMPONENTS

ABSTRACT: The lignocellulosic biomass is a major source of renewable energy in the world. Low energy density of wood limits its use due to the high cost of transport. Its conversion into second-generation fuel, with high energy density, performed through pyrolysis and gasification processes is of prime importance. This work aimed to study the effect of thermal treatment of pyrolysis at high pressure in the conversion of the main components of wood. The study was performed by using the technique of thermogravimetric analysis (TGA) at high pressure developed in the laboratory. The samples used (microcrystalline cellulose, xylane and lignin) were supplied by Sigma - Aldrich. The pyrolysis experiments were carried out in the temperature range 20-1000 °C at a heating rate of 5 °C.min⁻¹ and continuous flow of nitrogen 30 Nml.min⁻¹. The pressure was controlled by Brooks 5866 pressure regulator in conditions 0.1 MPa, 0.5 MPa and 1 MPa respectively. The results showed the influence of pressure and pyrolysis temperature on the thermal stability of the components and demonstrated the positive or negative effect of the pressure on secondary reactions during pyrolysis, which are partially responsible of the increase of charcoal yield during the conversion.

Keywords: wood, pyrolysis, pressure, charcoal, TGA

1. INTRODUÇÃO

Celulose, hemicelulose e lignina são os polímeros orgânicos mais importantes na terra e representam uma substância natural renovável das mais abundantes (DEMIRBA, 2001). Esta posição lhe brinda múltiplos usos na área de energia renovável, tanto em combustão, como em pirólise lenta, em pirólise flash ou em gaseificação. Nesta área, a pirólise é um passo essencial, pois atua como um processo preliminar em qualquer processo de conversão termoquímica (DEMIRBA, 2001; BRIDGEWATER, 1999).

Muitos estudos sobre a cinética de celulose têm sido realizados nas últimas décadas (GRONLI et al., 1999, MOK e ANTAL, 1983; STENSENG et al., 2001), sendo o mecanismo de decomposição o escolhido com maior frequência, tem como base o modelo de Shaizadeh Broido (BROIDO e NELSON, 1975) com duas fases. Os autores descrevem uma primeira fase a baixa temperatura correspondente a uma despolimerização com pequena perda de massa, na segunda fase a produção de um composto de celulose “anidro ou ativo”, em altas temperaturas, a decomposição segue dois diagramas competitivos como indicado na Figura 1.

Na primeira fase a reação cinética aparece para temperaturas até 300 °C e corresponde a reações de desidratação e rearranjo estrutural com a formação dos grupos carbonila, das moléculas de H₂O, CO₂, CO e do carvão sólido. A segunda fase, ocorre em temperaturas mais altas, corresponden à despolimerização da celulose via as cadeias finais e produz principalmente voláteis primários os quais incluem como componente principal levoglucosan. Posteriormente, o carvão formado na superfície através da reação cinética da primeira fase age como isolante térmico e reduz a pirólise da celulose, limitando a transferência de calor. A hemicelulose se decompõe a partir de 200 °C com baixo rendimento (<10%). A lignina é o componente mais estável do ponto de vista térmico, com uma decomposição lenta entre 250 e 1000 °C e um rendimento em carvão de 60%. Este comportamento explica em grande parte o interesse na produção de eucaliptos com alto teor de lignina importante para o uso na indústria siderúrgica.

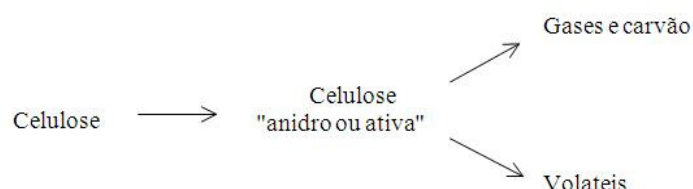


Figura 1. Esquema de Broido-Shafizadeh para as principais etapas de pirólise da celulose

Muitos estudos focam sobre a cinética da pirólise da celulose ou da lignina; porém, estes têm sido geralmente realizados sob pressão atmosférica ambiente. São poucos os estudos que abordam a cinética da pirólise dos componentes principais sob condições de alta pressão. Inicialmente, foram realizados estudos para aumentar o rendimento da pirólise, neste sentido alguns autores estudaram os mecanismos secundários de reação da pirólise (ANTAL et al.; 1998; ANTAL e VARHEGYI, 1995).

A pressão de pirólise pode ser considerada como um parâmetro importante, Mok et al. (1992) indica que o aumento na pressão aumenta o rendimento em carvão. Estes resultados foram posteriormente confirmados por Richard e Antal (1993). Isso levantou a questão da interpretação e da compreensão dos fenômenos que reagem na produção de carvão vegetal, considerando o anteriormente citado, devemos questionar sobre a natureza desses fenômenos, será que a cinética de decomposição dos componentes principais mudou? ou então, será que a transferência de calor e/ou de massa consegue melhorar as reações à