

DESENVOLVIMENTO DE BANCADA EXPERIMENTAL PARA COLETA E ANÁLISE DE GASES NÃO CONDENSÁVEIS PROVENIENTES DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL POR CROMATOGRAFIA GASOSA GC/FID/TCD

Danilo Campiom Arantes (dcampiomarantes@yahoo.com.br),
José Silvio Pessoa Filho (engenheiropeessoa@gmail.com)
Solidônio Rodrigues de Carvalho (srcarvalho@mecanica.ufu.br)

Resumo: O objetivo deste trabalho é a construção de uma bancada experimental para a coleta dos gases provenientes da produção de carvão vegetal e, em seguida, analisar o conteúdo dos mesmos através de GC/FID/TCD, detectando quais compostos químicos estão presentes, bem como sua concentração, ressaltando a presença de metano, hidrogênio, etano, oxigênio, monóxido e dióxido de carbono.

Palavras-chave: carvão vegetal, metano, cromatografia gasosa, TCD, FID.

1. INTRODUÇÃO

A produção do carvão vegetal no Brasil responde por cerca de 1/3 da produção mundial, aqui utilizada em sua quase totalidade para a siderurgia, mas produzida ainda, em sua grande maioria, como há um século, sem as preocupações básicas com a preservação do meio ambiente e com as condições de trabalho inadequadas. Os produtores de carvão vegetal, independentemente da escala de produção a que se dedicam, têm sentido os impactos no custo operacional devido às crescentes exigências de se utilizar a mão de obra e adquirir matéria-prima de forma legalizada, atendendo, ao mesmo tempo, aos apelos de uma produção mais limpa com baixos índices de poluição. A busca por alternativas que atendam a todos estes desígnios de forma econômica, leva à necessidade de processos mais eficientes tanto do ponto de vista operacional quanto energético.

Nos últimos 10 anos, o consumo de florestas plantadas em comparação ao consumo de florestas nativas para produção de carvão vegetal não evoluiu de maneira positiva do ponto de vista ambiental. O eucalipto é uma das melhores opções para a produção de carvão vegetal, devido à rusticidade, produtividade e às características da madeira. Os reflorestamentos de eucalipto, planejados e manejados adequadamente, produzem árvores de troncos retos, uniformes e madeira com massa específica adequada para a obtenção de carvão de boa qualidade.

Em 2006, no Brasil, dos 5.373.417 ha de florestas plantadas com eucalipto e pinus, 66% eram da espécie eucalipto, 4% maior que em 2005. O Estado de Minas Gerais detém 31% das florestas de eucalipto, São Paulo 23% e a Bahia 23%.

O uso energético da biomassa vem sendo valorizado como forma alternativa ao uso de combustíveis fósseis, principalmente por ser uma fonte renovável. Na conversão energética da biomassa (gramíneas, bagaço de cana, casca de arroz, casca de coco, madeira, entre outras), faz-se uso de processos termoquímicos. A biomassa é submetida à ação do calor até transformá-la em compostos mais simples (Santos, 2012).

A Figura 1 mostra que o setor industrial é o principal consumidor de todo carvão vegetal produzido no Brasil, totalizando quase que 90%.

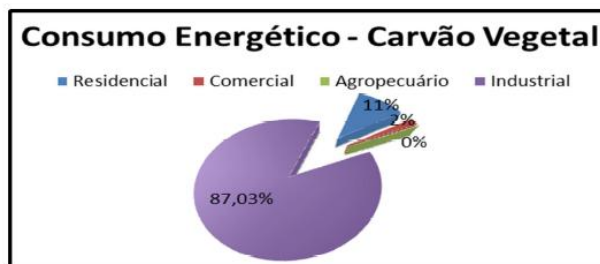


Figura 1: Consumo de carvão vegetal em 2010, segundo Balanço Energético Nacional 2011 – MME, 2011.

Segundo Santos (2012), a madeira é composta basicamente de carbono, oxigênio, água, hidrogênio, nitrogênio e sais minerais constituindo-se num dos componentes da biomassa de maior uso energético por possuir características

atraentes tais como produtividade, qualidade e massa específica adequada, além do seu baixo custo. A carbonização é um processo em que a madeira é submetida a aquecimento entre 450 e 550 °C em ambiente fechado, com pequena quantidade ou exclusão total de ar e durante o qual são liberados gases, vapores de água e líquidos orgânicos, permanecendo como resíduos, principalmente, o alcatrão e o carvão vegetal. O processo de carbonização do Eucalyptus ocorre em quatro fases: Fase I (Secagem), fase II (Torrefação), fase III (Carbonização), fase IV (Fixação). A Tabela 1 mostra os produtos provenientes da fase de carbonização da madeira.

Os gases de efeito estufa possuem propriedades diferentes, com isso uma quantidade de um gás A pode influenciar mais no efeito estufa que a mesma quantidade de um gás B. Para um maior controle do potencial dos gases de gerar o efeito estufa foi criado o GWP (Gas Warming Potencial) que representa o potencial de aquecimento global do gás (GRIDA, 2010), este índice é calculado em relação ao potencial de aquecimento do dióxido de carbono. A Tabela 2 apresenta o potencial de aquecimento para alguns GEE.

Tabela 1: Produtos da Carbonização

Produtos da Carbonização	% base seca
Carvão (80% carbono fixo)	33,0
Ácido Pirolenhoso	35,5
(Ácido acético)	(5,0)
(Metanol)	(2,0)
(Alcatrão solúvel)	(5,0)
(Água e outros)	(23,5)
Alcatrão insolúvel	6,5
Gases não condensáveis (GNC)	25,0
(Hidrogênio – 0,63%)	(0,16)
(CO – 34%)	(8,5)
(CO ₂ – 62%)	(15,5)
(Metano – 2,43%)	(0,61)
(Etano – 0,13%)	(0,03)
(Outros – 0,81%)	(0,20)
Total	100,0

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a coleta desses gases formados na produção de carvão vegetal através da queima do eucalipto foi elaborada uma bancada experimental, conforme mostra a Figura 2.

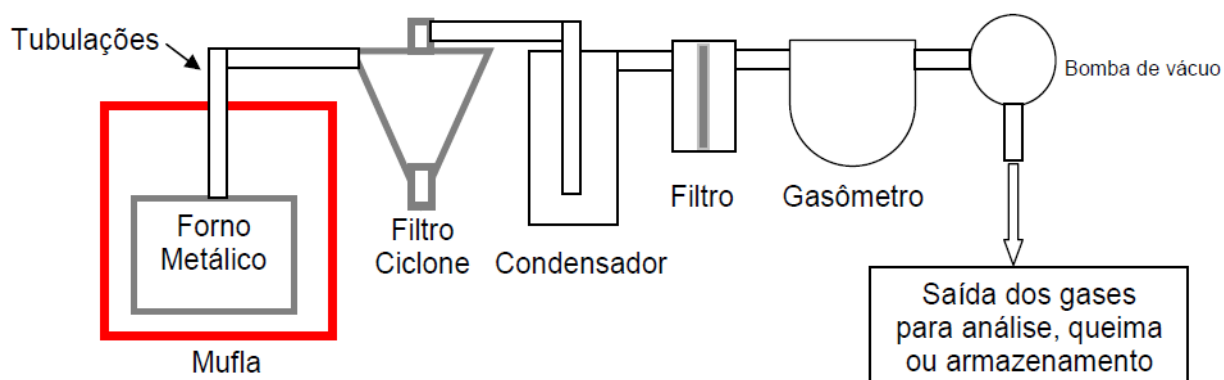


Figura 2: Esquema da bancada experimental

Os gases coletados pela sonda após serem limpos por um filtro de fibra de vidro, são armazenados para serem analisados por GC/FID/TCD (Cromatografia gasosa acoplada a um detector “FID” de ionização por chama e um analisador “TCD” de condutividade térmica).

Segundo Marani (2007), a cromatografia gasosa foi utilizada pela primeira vez para análise de gases por Ramsay em 1905, na separação de gases e vapores. Pode-se definir a cromatografia como um processo físico-químico de separação onde os constituintes da amostra são distribuídos entre uma fase estacionária e uma fase móvel. A fase móvel é sempre um fluido (líquido, na chamada cromatografia líquida ou gás, na cromatografia gasosa). Na cromatografia gasosa, a amostra é carregada por um gás, chamado de *gás de arraste*, através de uma *coluna*, onde diferenças entre a interação dos constituintes da amostra com o material que compõe a coluna (chamado de *fase estacionária*), faz com que cada constituinte a percorra em diferentes tempos, o que causa a separação. O tempo transcorrido entre a injeção da amostra e o pico do constituinte de interesse é denominado *tempo de retenção*. Após percorrerem a coluna, os compostos de interesse são detectados por um detector apropriado. A Figura 3 ilustra a configuração típica do sistema de cromatografia gasosa. As principais partes de um cromatógrafo são a coluna cromatográfica (responsável pela separação dos constituintes da amostra), o forno (onde a coluna é aquecida e mantida a uma temperatura constante), o detector e o integrador que são responsáveis pela detecção e determinação dos picos dos constituintes de interesse.

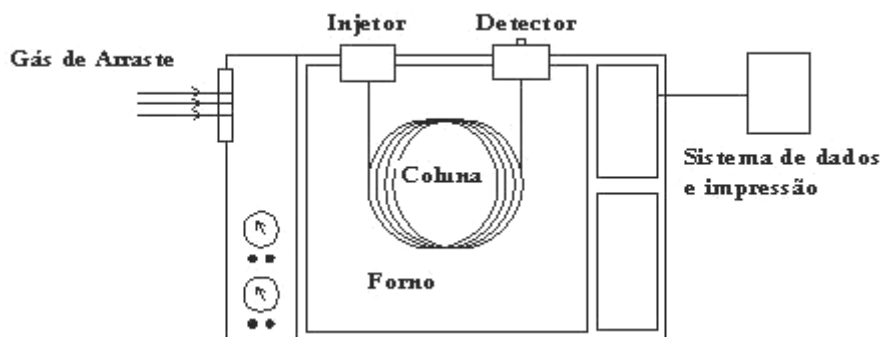


Figura 3: Componentes básicos de um cromatógrafo à gás GC/FID/TCD

O detector utilizado na análise dos gases não condensáveis *GNC's*, em especial, o metano é o detector de ionização de chama (DIC ou em inglês FID). O detector de ionização de chama é um dos mais amplamente usados na cromatografia gasosa. Ele é de fácil utilização, mas destrói a amostra, já que o gás de arraste proveniente da coluna é queimado em presença de ar e H_2 . A chama produzida na queima da amostra se encontra em um campo elétrico. O FID é um detector altamente sensível a compostos orgânicos. Ao sair da coluna, o gás (componentes da amostra + gás de arraste) é misturado com hidrogênio e ar sintético, e então queimado em um queimador de aço inoxidável. Os compostos orgânicos produzem íons e elétrons que podem conduzir eletricidade através da chama (Mariani, 2007).

Um dos primeiros detectores para cromatografia gasosa, o DCT (em inglês, TCD – *thermal conductivity detecto*) e que ainda encontra ampla aplicação, está baseado em variações da condutividade térmica de uma corrente gasosa que carrega as moléculas do analito. O seu elemento sensível é um elemento aquecido eletricamente, cuja temperatura, se a potência elétrica for constante, depende da condutividade térmica do gás.

A vantagem do detector de condutividade térmica é a sua simplicidade, a larga faixa dinâmica linear ($\sim 10^5$), a resposta geral tanto a espécies orgânicas e inorgânicas e o caráter não-destrutivo da amostra, que permite a coleta dos solutos após a detecção. Uma limitação é a sensibilidade relativamente baixa ($\sim 10^8$ g soluto/mL de gás de arraste)

Os experimentos no LTCM/UFU tiveram início no segundo semestre de 2011. A bancada será finalizada e otimizada para uma melhor coleta dos gases. Houve a aquisição de um cromatógrafo gasoso para a análise e quantificação dos gases coletados.

CONCLUSÕES

Como conclusão deste trabalho, espera-se que este estudo em laboratório sirva como modelo para a construção de um projeto real sustentável, que possa ser aplicado na produção de carvão, contribuindo com a redução das emissões de gases para a atmosfera, redução da degradação florestal causada pelo alto consumo de madeira devido aos baixos rendimentos dos fornos e aumento da produtividade.

AGRADECIMENTOS

Aos órgãos de fomento pelo suporte financeiro: CNPq, FAPEMIG, CAPES e à parceria com a empresa Votorantim Siderurgia – Unidade Florestal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SANTOS. S. de Fátima Oliveira Miranda, HATAKEYAMA, K. **Processo Sustentável de Produção de Carvão vegetal quanto aos aspectos: ambiental, econômico, social e cultural**. Produção, v. 22, n. 2, p. 309-321, mar/abr 2012

MME - Ministério de Minas e Energia. “Balanço Energético Nacional 2011 – Ano Base: 2010” disponível em < https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2011.pdf> acesso em 18 de agosto de 2012

GRIDA, “Kick The Habit - Introduction” http://www.grida.no/_res/site/File/publications/kick-thehabit/kick_intro.pdf acesso em 18 de agosto de 2012.

MARIANI, L. Tese de Doutorado: **Estudo da emissão de metano no pantanal sul matogrossense**. p.50-52. INPE. São José dos Campos, 2007.

SKOOG, D. A., HOLLER, F. J., NIEMAN T. A., **Princípios de Análise Instrumental**. 5ª ed. p. 625-626. São Paulo: Bookman, 2002