

Aproveitamento Energético de Biomassa

Paulo Brito

Luiz Rodrigues

Anabela Oliveira

C3i – Centro Interdisciplinar de Investigação e Inovação

Instituto Politécnico de Portalegre

Resumo

Nesta comunicação faz-se uma breve apresentação da central de gaseificação e estudo de biomassas da ESTG do IPP e da sua actividade no âmbito do laboratório de energias renováveis e ilustra-se a actividade da central e do laboratório de análises da escola que lhe dá apoio analisando as biomassas e os gases oriundos da central com os resultados do estudo preliminar da gaseificação térmica de *pellets de miscanthus*.

1. Introdução

A biomassa, como fonte renovável de energia, ganha cada vez mais importância, à medida que o esgotamento dos recursos fósseis se acentua e os problemas de poluição ambiental se agravam e as questões geopolíticas nas regiões produtoras de petróleo acentuam uma certa tendência para a instabilidade dos abastecimentos e dos preços daquele combustível nos mercados mundiais. De facto, o uso de biomassas como fonte de energia tem vindo a aumentar em todo o mundo [1, 2]. Em Portugal está previsto, para os próximos anos, a instalação de várias centenas de MW (megawatts) de capacidade de produção de energia baseada em diversas biomassas [3]. Relativamente ao Alentejo, uma região do país onde as agro-indústrias e a agricultura são uma das apostas estratégicas de desenvolvimento, a valorização energética de resíduos dessas mesmas indústria e a promoção de culturas energéticas são uma forma de contribuir para desenvolvimento estratégico da região e para o desenvolvimento da área das energias renováveis contribuindo para os objectivos ambientais e energéticos nacionais e europeus (Objectivos EU: 20-20-20 até 2020). Por outro lado, refira-se que dentro do objectivo nacional de aumentar a capacidade instalada de produção de energia eléctrica a partir de recursos biomássicos, para o Alentejo está aprovada uma central de biomassa, de 10 MW para o Alto-Alentejo, a ser instalada em Portalegre, que para o seu funcionamento irá requerer as diferentes biomassas produzidas na região, tais como resíduos de várias indústrias.

a) Fontes de biomassa

De uma forma genérica, a biomassa é uma das fontes mais importantes das energias renováveis, visto que está disponível no estado líquido e gasoso e sobretudo no estado sólido sendo uma das mais apropriadas para armazenar energia. A bioenergia, como energia obtida a partir da biomassa, é uma das alternativas aos combustíveis fósseis, tendo condições para ser uma solução efectiva aos problemas de natureza ambiental e energético com que a sociedade actual está a ser confrontada. Efectivamente, a biomassa é a única energia renovável que pode ser convertida em combustíveis gasosos, líquidos ou sólidos, por meio de tecnologias de conversão conhecidas. Actualmente, a partir de biomassa podemos produzir energia em quase

todas as formas que necessitamos e que vão desde o aquecimento até ao fornecimento de combustíveis para aplicações móveis, nomeadamente, para os transportes. Assim, a biomassa tem potencial para poder oferecer um suporte de desenvolvimento estrutural sustentável das áreas rurais em Portugal, e em particular, no Alentejo.

Temos, basicamente, três tipos de materiais biomássicos e que se classificam de acordo com a sua origem. Culturas energéticas que são cultivadas principalmente para a produção de energia. A sua função é capturar a radiação solar para armazená-la na biomassa. Exemplos de colheitas de energia são a colza, o girassol, o miscanthus sinensis e o milho. Resíduos agrícolas e florestais que são gerados na colheita de cereais, nas podas e cortes de árvores, tais como, por exemplo, palhas, pontas das podas da vinha e olival, resíduos resultantes de podas, limpezas e desramações de florestas. Este resíduos são especialmente adequados para a utilização como fontes de energia para as próprias unidades agrícolas no sentido de aumentar o rendimento das cadeias de cultivo. Subprodutos e resíduos orgânicos que são gerados no processamento da biomassa para criação de produtos alimentares que podem ser valorizados energeticamente; os subprodutos incluem os resíduos orgânicos das indústrias agro-alimentares, os efluentes da agro-pecuária e os resíduos do processamento industrial da madeira e de fibras vegetais; os resíduos orgânicos incluem os resíduos domésticos e as lamas dos efluentes domésticos e industriais, como por exemplo, os resíduos da produção alimentar.

b) Processos de conversão

Os vários tipos de biomassa podem ser tratados por processos químicos, bioquímicos ou termoquímicos com o objectivo de produzirem energia sob diferentes formas, nomeadamente, eléctrica, mecânica ou calorífica. Os tratamentos podem ser divididos da seguinte forma: combustão (com ou sem processos físicos de secagem, classificação, compressão, corte/quebra etc.), processos termoquímicos (gaseificação, pirólise, liquefação e transesterificação) ou de processos bioquímicos (digestão anaeróbia e fermentação).

A combustão é a transformação da energia química dos combustíveis em calor, por meio das reacções com o oxigénio libertando energia térmica. Para fins energéticos, a combustão directa ocorre essencialmente em fogões, fornos e caldeiras (de formação de vapor). Este processo apresenta muito pouca eficiente. A gaseificação é um processo de conversão de combustíveis sólidos em gasosos, por meio de reacções termoquímicas, envolvendo vapor quente e oxigénio, em quantidades inferiores à estequiométrica. Há vários tipos de gaseificadores sendo os mais comuns os reactores de leito fixo e de leito fluidizado. Os gases formados resultantes são, normalmente, uma mistura de monóxido de carbono, hidrogénio, metano, dióxido de carbono e azoto, que podem ser utilizados para gerar energia eléctrica, por exemplo, num motor de combustão interna. A pirólise é um processo de conversão de um combustível, normalmente lenha, noutro de melhor densidade energética, carvão; o processo consiste em aquecer o material numa atmosfera não oxidativa até que o material volátil seja retirado. O principal produto final (carvão) tem uma densidade energética duas vezes maior que aquela do material de

origem e queima em temperaturas muito mais elevadas. Para além do carvão e do gás combustível, a pirólise produz alcatrão e ácido piro-lenhoso. Na digestão anaeróbia ocorre a formação de gases energéticos resultante da decomposição do material pela acção de bactérias (microrganismos acidogênicos e metanogênicos). O biogás é composto essencialmente por metano (50% a 75%) e dióxido de carbono. O efluente gerado pelo processo pode ser usado como fertilizante. A fermentação é um processo biológico anaeróbio em que os açúcares de plantas como a batata, o milho, a beterraba, a cana-de-açúcar são fermentados em álcool, por acção de microrganismos (usualmente leveduras). Em termos energéticos, o produto final, o álcool, é composto por etanol e, em menor proporção, metanol, e pode ser usado como combustível (puro ou adicionado à gasolina – cerca de 20%) em motores de combustão interna. A transesterificação é um processo químico que consiste na reacção de óleos vegetais com um produto intermediário activo resultante da reacção entre álcoois (metanol ou etanol) e uma base (hidróxido de sódio ou de potássio). Os produtos dessa reacção química são a glicerina e uma mistura de ésteres etílicos ou metílicos (biodiesel); o biodiesel tem características físico-químicas muito semelhantes às do óleo diesel podendo, assim, ser usado em veículos que utilizam motores de combustão interna.

Embora a maior parte das biomassas actualmente utilizadas para a produção de energia provenga da silvicultura e resíduos florestais e agrícolas, resíduos sólidos urbanos e aterros sanitários [1], a produção de energia numa escala mais ampla vai requerer, certamente, uma atenção redobrada em relação aos tipos de biomassas e espécies agrícolas energéticas que possibilitem maiores desempenhos na produção deste tipo de energia [2].

2. Gaseificação Térmica de Biomassa

Como referido anteriormente, a gaseificação térmica é um processo de conversão de combustíveis sólidos em gasosos, por meio de reacções termoquímicas, envolvendo vapor quente e oxigénio, em quantidades inferiores à estequiométrica. A central de gaseificação e estudo de biomassas da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Portalegre (IPP), situada na zona industrial desta cidade, tem, para além da sua função didáctica no âmbito de diversas unidades curriculares relacionadas com questões energéticas, sobretudo o objectivo de estudar o potencial energético de biomassas e a optimização das condições operacionais da sua gaseificação, tendo em conta não apenas os aspectos energéticos, mas também a perspectiva ambiental relacionada com a qualidade das emissões causadas pela queima dos gases obtidos. As biomassas estudadas na central tanto são as sugeridas pelos clientes interessados no desenho de unidade de produção de energia por via da gaseificação ou fazem parte das biomassas da região, no âmbito de projecto de levantamento do potencial energético em que a Escola está envolvida [4].

a) Unidade Piloto

A central, apresentada na figura 1, tem uma capacidade para tratamento de cerca de 50 kg de biomassa por hora e é baseada num reactor de leito fluidizado do tipo

“bubbling bed”, em que a biomassa é introduzida acima da cama flutuante do material inerte de baixa granulometria e em que a temperatura de gaseificação situa-se em torno dos 800°C e é regulada através da modulação da taxa ar/biomassa [5]. A unidade tem os seguintes componentes:

- a) Sistema de alimentação de biomassa: constituído por silos de armazenagem e parafuso sem fim de velocidade controlável para descarregar o material no interior do reactor a uma taxa da ordem de 50 kg/h; no sentido de garantir que não entra ar no sistema de alimentação de biomassa, são utilizados dois silos de armazenamento munidos de duas válvulas electropneumáticas instaladas em série que abrem e fecham de forma alternada;
- b) Reactor de leito fluidizado: reactor tubular com 0,4 m de diâmetro e 2,5 m de altura e revestido com materiais cerâmicos refractários; a biomassa é admitida ao interior do reactor a 0,5 m da base do mesmo; o ar, pré-aquecido, entra no reactor na sua base através de um conjunto de difusores a um caudal da ordem do 70 m³/h; o leito fluidizado é assegurado com a introdução de 70 kg de dolomite (CaCO_3); estão instalados 3 sensores de temperatura dentro do reactor de forma a monitorizar e controlar o processo de gaseificação; o processo é controlo para que a gaseificação ocorra a uma temperatura de 800°C; no topo do reactor a temperatura de saída do gás é de 750°C; o reactor funciona com um gradiente negativo de pressão produzido com o auxílio de uma bomba de vácuo instalada no fim do processo; o controlo da temperatura do reactor, factor determinante no processo de gaseificação, é efectuado com base na quantidade de ar admitida ao reactor, assim, o aumento de temperatura do reactor implica o aumento do caudal de ar;
- c) Sistema de arrefecimento do gás: constituído por dois permutadores de calor; o primeiro arrefece o syngas em co-corrente com o ar que entra na unidade até uma temperatura da ordem dos 300°C e o segundo permutador arrefece o syngas até 150°C com convecção forçada de ar exterior;
- d) Filtro de manga: as partículas de carvão produzidas no processo de gaseificação são removidas num filtro de mangas celulósico; a limpeza do filtro é feita pela injecção de syngas a pressão elevada; o carvão é recolhido num depósito;
- e) Condensador: a remoção dos condensados líquidos é feita por arrefecimento num terceiro permutador de calor em serpentina até à temperatura ambiente;



Figura 1: Unidade Piloto de gaseificação térmica de biomassa em leito fluidizado do Instituto Politécnico de Portalegre, Portalegre, Portugal.

b) Análises de controlo do processo de gaseificação térmica de biomassas

Para a correcta operação da Central de gaseificação térmica de biomassa é necessário não só o conhecimento prévio das características físico-químicas relevantes para a operação do processo das suas matérias-primas (as diferentes biomassas a ser gaseificadas) como também a caracterização físico-químicas do seu principal produto, o gás de síntese (syngas) bem como dos seus principais contaminantes (alcatrões - *tars*). Estas análises são efectuadas no Laboratório de Química da ESTG, IPP.

Análises de biomassas (matérias primas)

O conhecimento prévio das principais características físico-químicas das biomassas a gaseificar na unidade piloto é essencial para o planeamento de cada ensaio de gaseificação. As biomassas que constituem a matéria do processo são analisadas relativamente ao seu teor de humidade, composição elementar e poder calorífico.

A determinação do teor de humidade envolve o uso de uma balança aquecida capaz de medir a diminuição de peso das amostras ao longo do tempo, resultante do processo de aquecimento e consequente perda de água pelas amostras de biomassa. Alternativamente o teor de humidade é medido num ensaio em que a perda de água e consequente perda de peso das amostras de biomassa é monitorizado ao longo de um intervalo de tempo longo durante o qual se faz o aquecimento das amostras de biomassa num forno de temperatura controlada. Em qualquer um dos métodos o teor de humidade é determinado com recurso a temperaturas entre os 100 e os 150 °C, de modo a garantir a secagem da amostra sem provocar a sua combustão (ver Figura 2). O uso de temperaturas superiores é geralmente evitado porque com frequência provoca a auto-ignição das amostras durante o ensaio, impedindo a sua conclusão. Num e noutro caso, o ensaio de determinação do teor de humidade está concluído quando, mantido o aquecimento da amostra à temperatura seleccionada, o peso da amostra se mantém constante em 3 pesagens sucessivas, ou seja quando se observa que a amostra de biomassa deixou de perder água.



Figura 2: a) Balança aquecida (OHAUS - MB200) e b) Estufa de temperatura controlada para ensaios de Determinação de Teor de Húmida de Biomassas no Laboratório de Química da ESTG, Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal.

A determinação da composição elementar das amostras de biomassas faz-se num analisador elementar que permite medir as percentagens de carbono, hidrogénio, azoto,

enxofre e oxigénio presentes nas amostras (ver Figura 3). Em estudos de gaseificação de biomassa o conhecimento da composição elementar da matéria-prima do processo, i.e. das diferentes biomassas utilizadas é essencial para a avaliação / estimativa da composição e do potencial calorífico do produto final do processo gaseificação, o gás de síntese.

A análise elementar é uma técnica que permite determinar os elementos constituintes de uma amostra orgânica e a sua proporção, permitindo o cálculo da fórmula empírica dos mesmos. O método baseia-se na combustão completa de uma amostra de massa conhecida de material orgânico, que contenha principalmente Carbono (C), Hidrogénio (H), Azoto (N), Enxofre (S) e Oxigénio (O) e da subsequente análise dos gases resultantes do processo de combustão, essencialmente dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O), óxidos de azoto (NO_x) e dióxido de enxofre (SO_2). O conhecimento do peso inicial da amostra em estudo e a análise qualitativa e quantitativa dos gases produzidos permite determinar a composição percentual em massa dos elementos analisados. Os resultados de análise elementar são valiosos quando se pretende determinar a estrutura de um composto desconhecido ou para determinar a estrutura e grau de pureza de um composto sintetizado. A análise elementar é uma técnica destrutiva, uma vez que as amostras são destruídas durante o ensaio. No equipamento de análise elementar do Laboratório de Química da ESTG, a identificação e quantificação dos gases resultantes da combustão da amostra de biomassa é feita por cromatografia.

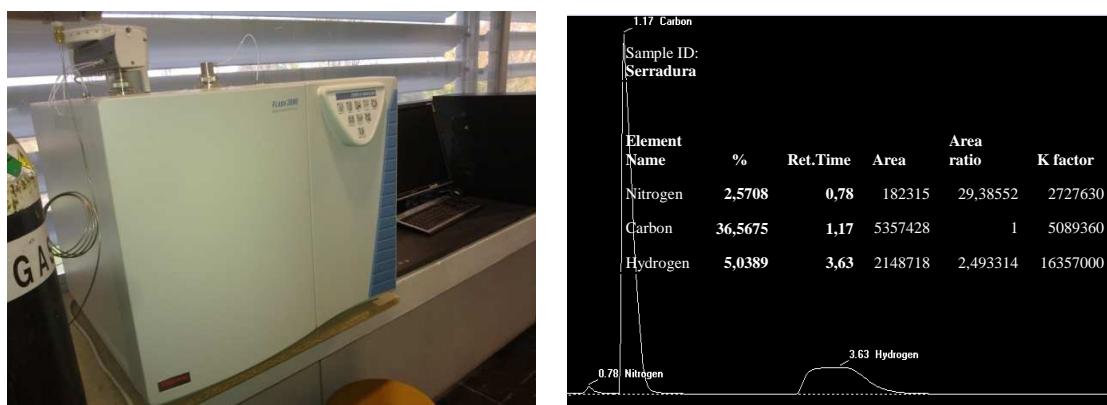


Figura 3: a) Equipamento de Analise Elementar (Thermo Unican, Elemental Analyzer Flash 2000). b) Análise qualitativa e quantitativa (Cromatograma) resultante de análise elementar de uma biomassa (madeira), para a Determinação da Composição Elementar de Biomassas no Laboratório de Química da ESTG, Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal.

A característica essencial de qualquer combustível é a sua capacidade de gerar calor, ou seja o seu poder calorífico. O *Poder Calorífico* define-se como sendo a quantidade total de energia por unidade de massa (ou de volume no caso de um gás) libertada na oxidação (combustão estequiométrica) de um determinado material ou combustível. O Poder Calorífico Superior define-se como a soma da energia libertada na forma de calor e a energia gasta na vaporização da água formada na reacção de oxidação enquanto o Poder Calorífico Inferior (PCI) se define apenas como a energia

libertada na forma de calor. Para combustíveis que não contenham hidrogénio (H) na sua composição o PCI é igual ao PCS, uma vez que não havendo formação de água, a energia gasta na sua vaporização é nula. O PCS é pois sempre maior ou igual o PCI. Quando na combustão de um combustível se produz vapor de água, este último corresponde assim a uma perda de conteúdo de calor do combustível, tanto maior quanto a quantidade de vapor de água produzida, devendo-se nesses casos ter sempre em conta o PCI. Este factor é particularmente relevante para todos os combustíveis com elevado teor de hidrogénio, como é o caso do gás natural e do gás de síntese. No contexto do presente trabalho, tal facto demonstra e justifica por si só a necessidade de avaliar correctamente o teor de humidade e a composição elementar das biomassas utilizadas no processo de gaseificação, de forma a contribuir para a correcta avaliação do poder calorífico das matérias-primas e dos produtos obtidos. O Poder calorífico de um material exprime-se em unidades de energia por unidade de massa, usualmente em calorias (ou em kilocalorias) por unidade de peso ou volume de combustível. Para biomassas utilizadas para a produção de combustíveis é também comum expressar os resultados em Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP). Valores indicativos médios para o poder calorífico para as biomassas e combustíveis mais comuns são apresentados abaixo, na Tabela 1. Em termos absolutos considera-se usualmente que o poder calorífico da madeira é três vezes menor que o do petróleo.

Tabela 1: Poder Calorífico de biomassas e combustíveis

Material	PCS (Kcal/Kg)
Gás natural	10 300
Gás de cidade	5 000
Gasóleo	10 000
Petróleo	10 800
Madeira	4 500
Carvão	7 000



Figura 4: Calorímetro (IKA C200) para a Determinação da Capacidade Calorífica de Biomassas no Laboratório de Química da ESTG, Instituto Politécnico de Portalegre, Portalegre, Portugal.

Análise do gás de síntese (produto)

A análise da composição do gás resultante da gaseificação térmica (denominado gás de síntese ou syngas) de diferentes biomassas é geralmente efectuada por cromatografia gasosa. As amostras de syngas são recolhidas na central de biomassa em sacos apropriados para a recolha de amostras gasosas e analisadas no Laboratório de Química da ESTG num cromatografo gasoso para análise de amostras gasosas. Este cromatografo está equipado com 2 detectores de TCD e um conjunto de 4 colunas de enchimento específicas para a análise simultânea de 10 compostos, constituintes principais e contaminantes comuns do syngas: hidrogénio (H_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), oxigénio (O_2), azoto (N_2), dióxido de enxofre (H_2S), etano (C_2H_6), eteno (C_2H_4) e etino (C_2H_2) (ver Figura 5). A análise qualitativa do syngas é feita com base nos tempos de retenção de cada um dos compostos e pela comparação destes com os tempos de retenção do cromatograma padrão do cromatografo gasoso, obtido com uma mistura de calibração contendo os diferentes gases analisados pelo equipamento. A análise quantitativa do syngas é feita por comparação da área dos picos do cromatograma correspondentes a cada um dos constituintes da amostra do syngas com as áreas correspondentes obtidas para uma ou mais misturas de calibração de composição e teor de cada um dos seus constituintes rigorosamente conhecidos.

Análise dos contaminantes do gás de síntese (alcatrões) [8]

Os processos de produção de syngas não são isentos de problemas e frequentemente o gás produzido vem acompanhado de elevado teor de partículas e compostos orgânicos, vulgarmente designadas por tars ou alcatrões. Os Alcatrões são misturas complexas de compostos aromáticos com um elevado teor de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH, como são conhecidos na nomenclatura anglo-saxónica) [6]. Os alcatrões formados durante a gaseificação de biomassas são misturas de hidrocarbonetos condensáveis. São especialmente conhecidos por condensarem e subsequentemente polimerizarem nos equipamentos situados à jusante da gaseificação, quando são arrefecidos suficientemente, cobrindo as superfícies de compressores ou de turbinas de gás [7].

O sistema de amostragem de partículas e de alcatrões na corrente gasosa consiste de uma sonda e filtro de partículas aquecidos, um condensador e uma série de frascos de recolha contendo um solvente adequado para a recolha dos alcatrões. Estes frascos estão colocados em banhos de temperatura controlada de tal modo que ocorra o aquecimento e arrefecimento alternado da amostra gasosa. O gás é amostrado por um período de tempo determinado com velocidade de fluxo gasoso constante. Para prever a condensação dos alcatrões toda a linha de amostragem é mantida à temperatura do processo enquanto a recolha dos alcatrões ocorre por condensação e adsorção em isopropanol. Após amostragem o conteúdo dos frascos de recolha é decantado para um frasco de recolha âmbar. Todas as superfícies contactadas pelo gás a temperaturas inferiores às temperaturas do processo são também lavadas com o solvente e o resultado adicionado no frasco de recolha. Este é armazenado até realização da análise a baixa temperatura [8]. O teor de PAHs (geralmente expresso em equivalentes de naftaleno) é normalmente determinado por cromatografia gasosa (detector FID) [8].

c) Ensaio com *Miscanthus*

O *mischantus* é uma erva vivaz alta, do tipo C4, da família *mischantus giganteus*, originária do Japão e que tem sido considerada, na Europa e nos Estados Unidos para a produção dedicada de bioenergia. A grande vantagem desta planta é a de que pode ser explorada nos climas mais frios da Europa do Norte e pode ser colhida com auxílio das máquinas já utilizadas para safra da cana-do-açúcar. A sua produtividade, situada entre 8 a 15 t/ha é considerada como sendo relativamente elevada.

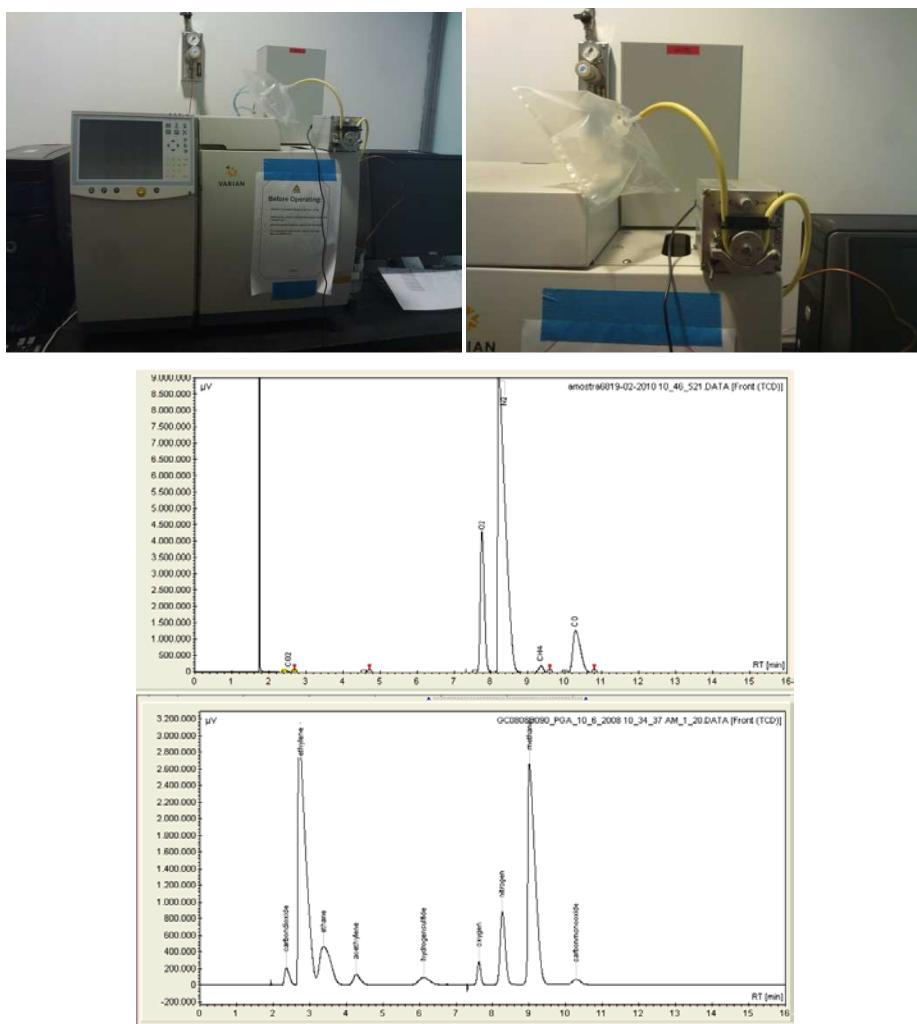


Figura 5: a) Cromatógrafo gasoso (Varian 450-GC). b) Sistema de injeção das amostras no cromatógrafo e sacos de recolha de amostras gasosas. c) Cromatograma resultante da análise de uma amostra de syngas. d) Cromatograma padrão do sistema de cromatografia gasosa usado na Determinação da Composição do Syngas no Laboratório de Química da ESTG, Instituto Politécnico de Portalegre, Portalegre, Portugal.

Um dos problemas apontados à utilização de *pelletes de mischantus* na produção exclusiva de gás de síntese é a sua tendência acentuada para a co-produção de alcatrões que contribuem para o entupimento das tubagens da própria unidade de gaseificação. Alcatrões são misturas complexas de compostos aromáticos com um elevado teor de

hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH, como são conhecidos na nomenclatura anglosaxónica) [6]. Os alcatrões formados durante a gaseificação de biomassas são misturas de hidrocarbonetos condensáveis. São especialmente conhecidos por condensarem e subsequentemente polimerizarem nos equipamentos situados à jusante da gaseificação, quando são arrefecidos suficientemente, cobrindo as superfícies de compressores ou de turbinas de gás [7].

Os alcatrões podem ser removidos do gás produzido por lavagem húmida e condensação que possibilita a remoção simultânea da água que origina, evidentemente um efluente de águas que carece de tratamento e retira uma quantidade significante do carbono e do hidrogénio contido na biomassa que poderia estar disponível para a síntese de álcoois. Uma alternativa é operar a unidade de gaseificação a temperaturas mais elevadas para causar a decomposição térmica dos alcatrões, mas impõe consumos mais elevados de calor e pode potencialmente conduzir a vaporização de metais alcalinos o que dificulta a sua remoção. O método mais elegante é a decomposição catalítica dos alcatrões à temperatura ou próximo da temperatura de gaseificação, o que aumenta o aproveitamento do carbono e do hidrogénio da biomassa, reduzindo a sua carga nos condensados que se obtêm quando o gás de síntese é arrefecido [7]. O uso de dolomite, carbonato de cálcio e magnésio, ou de olivina, silicato de ferro e magnésio, como leito visa exactamente esse objectivo de reduzir os alcatrões por via catalítica. Com efeito a dolomite é atractiva como catalizador neste processo porque é relativamente barata, o torna a sua deposição em aterro, depois de esgotada a sua actividade catálitica, mais adequada, embora os problemas de abrasão que causa iniba o seu uso em gasificadores de leito fluidizado, sendo-lhe a olivina melhor neste aspecto particular, embora nenhuma delas seja, por si só, eficaz o suficiente para reduzir as quantidades de alcatrão a níveis aceitáveis.

Uma das formas de reduzir a produção de alcatrões passa pela mistura de biomassas de *mischantus* com de outras biomassas com menor tendência para a produção de alcatrões. Por essa razão, nos presentes ensaios, foram as cargas de *mischantus* foram misturadas em proporções diferentes com resíduos de madeira com o objectivo de perceber até que ponto essa mistura poderia contribuir para redução da produção de alcatrões, sem comprometer significativamente o conteúdo energético da biomassa e a composição do gás de síntese obtido.

Nestes ensaios preliminares do estudo da possibilidade de aproveitamento energético de biomassas de *mischantus*, por gaseificação térmica foram utilizadas, como cargas, do reactor misturas com teores de 20, 45 e 70 % (m/m) de *mischantus*, misturado com *pellets* de resíduos de madeira obtidos numa unidade industrial em Portalegre.

O leito fluidizado empregue era constituído por cerca de 70 kg de dolomite numa corrente de ar a um caudal de 70 m³/h. A temperatura de gaseificação foi mantida em 800 °C, condições em que os gases saíam do reactor a temperatura de 750 °C.

Os ensaios foram realizados em contínuo, durante 5 dias.

3. Conclusões

A gaseificação de biomassas é uma das tecnologias que tem sido apontada como possibilidade para o aproveitamento energético de resíduos orgânicos de diferentes origens. Com efeito, esgotamento crescente das fontes de combustíveis fósseis e que tem conduzido a um aumento galopante dos custos de produção desses mesmos combustíveis tem conduzido à procura de combustíveis alternativos, renováveis, com impactos relativamente reduzidos.

Biomassas de diferentes origens têm sido testadas com base em gaseificação térmica em reactores de leito fluidizado numa unidade piloto instalada no IPP, nomeadamente, Miscanthus, cascaria de café, borra de café, borra de azeitona, podas de vinha, como fontes para a obtenção de combustíveis gasosos e líquidos, bem como de produtos químicos com diferentes aplicações, com resultados muito positivos em termos de valorização energética com baixos impactos ambientais.

4. Bibliografia

1. Demirbas, M.F., Balat, M., “Biomass pyrolysis for liquid fuels and chemicals: A review”, *Journal of Scientific and Industrial Research*, 66, 2007, pag. 797-804
2. McKendry, P., “Energy Production from Biomass (Part 1): overview of biomass”, *Bioresource Technology*, 83, 2002, pag. 37-46
3. Fonte: Ministerio da Energia?
4. Referência do(s) projectos
5. McKendry, P., “Energy Production from Biomass (Part 3): gasification technologies”, *Bioresource Technology*, 83, 2002, pag. 55-63
6. Michel, R., Rapagnà, S., Di Marcello, M., Burg, P., Di Celso, G.M., Courson, C., Kiennemann, A., Zimny, T., Gruber, R., “Steam gasification of Mischantus X Giganteus with olivine as catalyst production of syngas and analysis of tars”, *Catalysts for Environment: Depollution, Renewable Energy and Clean Fuels*, Zakopane, 2008, pág. 29
7. M.A. Gerber, “Review of Novel Catalysts for Biomass Tar Cracking and Methane Reforming”, Pacific Northwest National Laboratory, USA, 2007