



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0711564-4 A2**



(22) Data de Depósito: 04/05/2007
(43) Data da Publicação: 08/11/2011
(RPI 2131)

(51) *Int.Cl.:*
C10G 1/00
C10G 1/08
C10G 11/00
C10B 49/20

(54) **Título:** PROCESSO PARA CONVERTER UM MATERIAL PORTADOR DE ENERGIA BASEADO EM CARBONO ALTAMENTE VISCOSO OU SÓLIDO EM PRODUTOS DE REAÇÃO GASOSOS E LÍQUIDOS

(30) **Prioridade Unionista:** 05/05/2006 EP 06113545.5, 05/05/2006 EP 06113567.9, 20/02/2007 EP 07102737.9, 17/07/2006 US 60/831220, 17/07/2006 US 60/831220, 17/07/2006 US 60/831220

(73) **Titular(es):** Bioecon International Holding N.V.

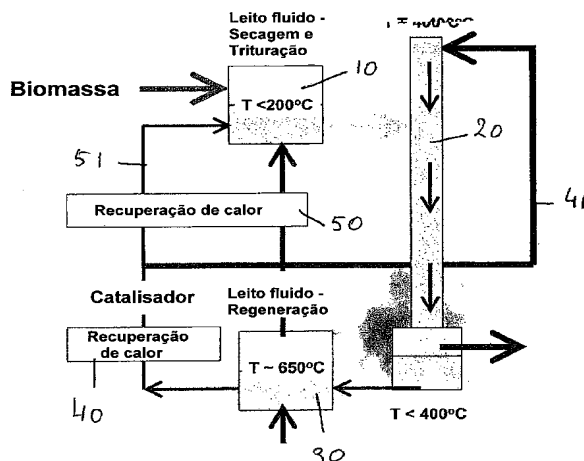
(72) **Inventor(es):** Dennis Stamiros, Jacob Adriaan Moulijn, Paul O Connor

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007054375 de 04/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/128798de 15/11/2007

(57) **Resumo:** PROCESSO PARA CONVERTER UM MATERIAL PORTADOR DE ENERGIA BASEADO EM CARBONO ALTAMENTE VISCOSO OU SÓLIDO EM PRODUTOS DE REAÇÃO GASOSOS E LÍQUIDOS. Processo é descrito para converter um material podador de energia baseado em carbono altamente viscoso ou sólido em produtos de reação gasosos e líquidos e, dito processo que inclui as etapas de: a) contactando o material podador de energia baseado em carbono com um material catalisador particulado b) convertendo o material portador de energia baseado em carbono a uma temperatura de reação entre 200°C e 450°C, preferivelmente entre 250°C e 350°C, que forma produtos de reação assim na fase vapor. Em uma incorporação preferida o processo inclui a etapa adicional de: c) separando os produtos de reação em fase vapor do material catalisador particulado dentro de 10 segundos depois que sejam formados produtos de reação; Em um modo de realização preferido adicional c) é seguido por: d) resfriar bruscamente os produtos de reação a uma temperatura abaixo de 200°C.



“PROCESSO PARA CONVERTER UM MATERIAL PORTADOR DE ENERGIA BASEADO EM CARBONO ALTAMENTE VISCOSO OU SÓLIDO EM PRODUTOS DE REAÇÃO GASOSOS E LÍQUIDOS”

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

5 1. Campo da invenção

A presente invenção refere-se a um processo catalítico de converter um material portador de energia baseado em carbono em um combustível líquido ou gasoso.

2. Descrição da técnica relacionada

10 À medida que o suprimento de petróleo cru leve diminuem, materiais alternativos estão sendo desenvolvidos como uma fonte de combustíveis líquidos e gasosos. Materiais alternativos sendo considerados incluem portadores de energia mineral, tais como os crus pesados, óleos de xisto, alcatrões (por exemplo, de areias de alcatrão) e betume.

15 Materiais alternativos ainda incluem os suprimentos de resíduos de resinas sintéticas. Estas resinas sintéticas podem ser materiais virgens, por exemplo rejeitos de operações de modelagem e desenho, e materiais usados, tais como materiais de embalagem reciclados.

20 Ainda outra, e potencialmente a mais importante, fonte de material alternativo portador de energia baseado em carbono inclui biomassa, em particular biomassa contendo celulose, lignina, e hemicelulose.

25 Processos têm sido desenvolvidos para converter estes materiais em combustíveis líquidos e gasosos. Catalisadores têm sido propostos para uso em tais processos. Mesmo quando catalisadores são usados, entretanto, a reação de conversão requer temperaturas de reação relativamente altas, freqüentemente em excesso de 450°C. Exposição dos produtos de reação a estas condições de reação resulta em uma deterioração significativa dos produtos de reação. Como um resultado, materiais valiosos são convertidos em materiais indesejáveis tais como gás, carvão animal e

coque, que incrustam e desativam as partículas de catalisador e reduzem o rendimento do processo de reação. Além disso, bio-óleo, que é o principal produto de reação, é de uma qualidade pobre e requer tratamento caro extensivo para ser tornado apropriado como um combustível de transporte ou uma fonte de produtos químicos de alto valor.

A presente invenção provê um processo aperfeiçoado para converter um material portador de energia baseado em carbono em um combustível líquido ou gasoso. O processo é caracterizado de modo que a temperatura de conversão é menor que 450°C, preferivelmente menor que 400°C, e de modo que o tempo de exposição dos produtos de reação às altas temperaturas e ao contato com o material catalítico seja mantido curto.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um processo para converter um material portador de energia baseado em carbono altamente viscoso ou sólido em produtos de reação líquidos ou gasosos, referido processo compreendendo as etapas de:

a) contactar o material portador de energia baseado em carbono com um material de catalisador particulado

b) converter o material portador de energia baseado em carbono em uma temperatura de reação entre 200°C e 450°C, preferivelmente entre 250°C e 350°C, assim formando produtos de reação na fase vapor.

Etapas a) pode compreender as etapas de prover partículas do material portador de energia baseado em carbono, e revestindo estas partículas com partículas menores do material de catalisador.

Em um processo alternativo, etapas a) pode compreender as etapas de (i) contactar o material portador de energia baseado em carbono com um precursor do material catalítico; e (ii) formar o material catalítico in situ.

Em ainda outra forma de realização, a etapa a) compreende a

etapa de contactar o material portador de energia baseado em carbono com um leito fluido de material de catalisador particulado. Opcionalmente esta etapa de processo é efetuada em temperatura elevada. Um meio de transferência de calor pode estar presente.

5 É possível adicionar mais material catalítico à etapa b). Este material catalítico pode ser o mesmo como aquele adicionado na etapa a), ou pode ser um material catalítico diferente.

Em uma forma de realização preferida o processo compreende a etapa adicional de:

10 c) separar os produtos de reação na fase vapor do material de catalisador particulado dentro de 10 segundos após referidos produtos de reação serem formados;

Em uma outra forma de realização preferida etapa c) é seguida por:

15 d) resfriar bruscamente os produtos de reação a uma temperatura abaixo de 200°C.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Figura 1 mostra uma representação esquemática de uma forma de realização de uma unidade de processo para realizar um processo de acordo com a presente invenção.

Figura 2 mostra uma configuração experimental para conduzir experimentos de pirólise.

Figura 3 é uma representação esquemática de um termo-equilíbrio.

25 Figura 4 mostra a curva de DTG para pó de madeira de pinheiro.

Figura 5 mostra a curva de DTG para pó de madeira de pinheiro co-móido com 20% de Na_2CO_3 .

Figura 6 mostra a curva de DTG para pó de madeira de

pinheiro co-moído com 20% de MgO.

Figura 7 mostra a curva de DTG para pó de madeira de pinheiro co-moído com 20% de hidrotalcita calcinada.

Figura 8 mostra a curva de DTG para pó de madeira de pinheiro co-moído com hidrotalcita não calcinada.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS

O seguinte é uma descrição de algumas formas de realização da invenção, dadas como forma de exemplo apenas.

Em um aspecto, a presente invenção refere-se a um pré-tratamento de materiais portadores de energia baseados em carbono particulado de modo a tornar estes materiais suscetíveis a uma conversão em um combustível líquido sob condições relativamente brandas.

Os materiais portadores de energia baseados em carbono para uso no processo da presente invenção são materiais sólidos e materiais que poderiam ser classificados como líquidos, mas tendo uma viscosidade muito elevada. Nesse documento, os materiais serão referidos como "sólido". Será entendido que, como usado aqui, o termo sólido engloba líquidos altamente viscosos. No caso de areias de alcatrão, as "partículas" compreendem grãos de areia que são revestidos com alcatrão. Para os fins da presente invenção estes grãos de areia revestidos são considerados partículas de um portador de energia baseado em carbono.

Os materiais podem ser formados em partículas, cujas partículas tendem a reter sua integridade em ou próximo das condições ambientes de temperatura e pressão. Exemplos de tais materiais incluem carvão, areia de alcatrão, óleo de xisto, e biomassa.

Preferivelmente etapa a) resulta em um contato íntimo das partículas de catalisador com o portador de energia baseado em carbono. Um processo envolve prover partículas do material portador de energia baseado

em carbono, e revestir estas partículas com partículas menores de um material catalítico. As partículas revestidas são submetidas a tratamento térmico, durante que o material portador de energia torna-se sensibilizado.

5 Outro processo para sensibilizar o material portador de energia baseado em carbono é apropriado para materiais portadores de energia que contêm um polímero de origem fotossintética. Neste processo, partículas pequenas de um material inorgânico são embutidas dentro do material polimérico de origem fotossintética. Este processo está descrito em detalhes em pedido de patente co-pendente do requerente intitulado "Method of
10 making a polymeric material of photosynthetic origin comprising particulate inorganic material", cujas descrições são incorporadas por referência aqui.

 Ainda outro processo para sensibilizar o material portador de energia baseado em carbono compreende a etapa de contactar o material portador de energia baseado em carbono com produtos de reação obtidos na
15 etapa b) do processo da presente invenção. Será entendido que quando o processo é iniciado nenhum produto de reação está ainda disponível. Portanto, neste estágio, o material portador de energia baseado em carbono pode ser sensibilizado por algum outro método. Também é possível iniciar a reação com material não sensibilizado, e efetuar a etapa de pirólise sob condições
20 convencionais de temperatura e pressão. Por exemplo, a reação pode ser iniciada em uma temperatura de até 600 graus centígrados, e uma pressão entre 1 e cinco bar. Sob estas condições, quantidades relativamente grandes de ácidos orgânicos e materiais fenólicos são produzidas. Embora isto seja indesejável da perspectiva da necessidade para tornar úteis combustíveis
25 líquidos, este produto de reação é praticamente apropriado para misturar com o material portador de energia baseado em carbono para os fins de sensibilização. Uma vez que suficiente produto de reação é formado para operar a reação com um suprimento contínuo de material sensibilizado, as condições de pirólise podem então ser mudadas para uma temperatura menor

que 500 graus centígrados e, opcionalmente, uma pressão menor que um bar.

Outra forma de realização é particularmente apropriada de um portador de energia baseado em carbono é uma biomassa, em particular biomassa particulada de sólido. Nesta forma de realização a biomassa é contactada com um material catalítico particulado e um meio de transferência de calor.

Verificou-se que a conversão térmica de materiais de biomassa pode ser efetuada em condições mais brandas de temperatura se o processo for efetuado na presença de ambos, um meio de transferência de calor, por exemplo um material inorgânico particulado inerte, e um material cataliticamente ativo.

Em uma forma de realização específica o material inorgânico particulado é usado, isto é, tanto um meio de transferência de calor como um catalisador.

Em uma forma de realização específica, o material cataliticamente ativo é um óxido inorgânico na forma particulada. Preferivelmente, o óxido inorgânico particulado é selecionado do grupo consistindo de óxidos refratários, argilas, hidrotalcitas, aluminossilicatos cristalinos, sais de hidroxila em camadas, e suas misturas.

Exemplos de óxidos orgânicos refratários incluem alumina, sílica, sílica- alumina, dióxido de titânio, zircônia, e semelhantes. Óxidos refratários tendo uma superfície específica elevada são preferidos. Especificamente, materiais preferidos têm uma área de superfície específica como determinada pelo método de Brunauer Emmett Teller ("BET") de pelo menos 50 m²/g.

Materiais de argila apropriados incluem tanto as argilas catiônicas como as aniônicas. Exemplos apropriados incluem esmectita, bentonita, sepiolita, atapulgita, e hidrotalcita.

Outros hidróxidos de metal e óxidos de metal apropriados

incluem bauxita, gibbsita e suas formas de transição. Material catalítico barato pode ser cal, salmoura e/ou bauxita dissolvida em uma base (NaOH), ou argilas naturais dissolvidas em um ácido ou uma base, ou cimento em pó fino de um alto-forno.

5 O termo "hidrotalcitas" como usado aqui inclui hidrotalcita per se, bem como outros óxidos e hidróxidos de metal mistos, tendo uma estrutura tipo hidrotalcita, bem como sais de hidroxila de metal.

O material cataliticamente ativo pode compreender um metal catalítico. O metal catalítico pode ser usado em adição a ou em vez do óxido
10 orgânico cataliticamente ativo. O metal pode ser usado em sua forma metálica, na forma de um óxido, hidróxido, óxido de hidroxila, um sal, ou como um composto metalo-orgânico, bem como materiais compreendendo metais de terra rara (por exemplo bastnaesita).

Preferivelmente, o metal catalítico é um metal de transição,
15 mais preferivelmente um metal de transição não nobre. Especificamente metais de transição preferidos incluem ferro, zinco, cobre, níquel, e manganês, com ferro sendo o mais preferido.

Existem várias formas em que o composto de metal catalítico pode ser introduzido na mistura de reação. Por exemplo, o catalisador pode ser
20 adicionado em sua forma metálica, na forma de partículas pequenas. Alternativamente, o catalisador pode ser adicionado na forma de um óxido, hidróxido, ou um sal. Em uma forma de realização preferida, um sal solúvel em água do metal é misturado com a fonte de energia baseada em carbono e o material inorgânico particulado inerte na forma de uma suspensão aquosa.
25 Nesta forma de realização particular, pode ser desejável misturar as partículas da biomassa com a solução aquosa do sal de metal antes de adicionar o material inorgânico particulado inerte, de modo ter certeza de que o metal impregna o material de biomassa. Também é possível primeiro misturar a biomassa com o material inorgânico particulado inerte, antes de adicionar a

solução aquosa do sal de metal. Em ainda outra forma de realização, a solução aquosa do sal de metal é a primeira misturada com o material orgânico inerte particulado, quando então o material é secado antes de misturá-lo com a biomassa particulada. Nesta forma de realização, as partículas inorgânicas inertes são convertidas em partículas de catalisador heterogêneas.

A natureza específica do material inorgânico particulado inerte não é de importância crítica para o processo da presente invenção, como sua função principal é servir como um veículo para transferência de calor. Sua seleção será na maioria dos casos baseada em considerações de disponibilidade e custo. Exemplos apropriados incluem quartzo, areia, cinza vulcânica, granalha de jateamento inorgânico virgem (isto é, não usado), e semelhantes. Misturas destes materiais são também apropriadas. Granalha de jateamento virgem provavelmente é mais caro que materiais tais como areia, mas tem a vantagem de ser disponível em faixas específicas de tamanho de partícula e dureza.

Quando usado em um processo de leito fluidizado, o material inorgânico particulado inerte causará algum nível de abrasão das paredes do reator, que são tipicamente feitas de aço. Abrasão é geralmente indesejável, como isso causa uma redução inaceitável na vida útil do reator. No contexto da presente invenção, uma quantidade moderada de abrasão pode de fato ser desejável. No caso em que ocorre abrasão, tal abrasão poderia introduzir partículas pequenas de metal na mistura de reação, compreendendo os componentes de metal do aço do reator (principalmente Fe, com quantidades menores de, por exemplo, Cr, Ni, Mn, etc.). Isso poderia conferir uma certa quantidade de atividade catalítica para o material inorgânico particulado inerte. Será entendido que o termo "material inorgânico particulado inerte" como usado aqui inclui materiais que são por sua natureza inertes, mas adquiriram um certo grau de atividade catalítica como um resultado de serem contactados com, por exemplo compostos de metal.

Granalha de jateamento que foi previamente usada em um processo de jateamento é particularmente apropriada para uso no processo da presente invenção. Granalha de jateamento usada é considerada um material de refugo, que está abundantemente disponível a baixo custo. Preferidos são materiais de granalha de jateamento que foram usados em jateamento de superfícies de metal. Durante o processo de jateamento, a granalha torna-se intimamente misturada com partículas miúdas do metal sendo jateado. Em muitos casos o metal jateado é aço. Granalha que tem sido usado no jateamento de aço apresenta uma mistura íntima compreendendo partículas pequenas de ferro, e menores quantidades de outros metais apropriados tais como níquel, zinco, cromo, manganês, e semelhantes. Sendo em essência um produto de refugo, granalha de um processo de jateamento está abundantemente disponível abaixo custo. Todavia, é um material altamente valioso no contexto do processo da presente invenção.

O contato efetivo da origem de energia baseada em carbono, o material inorgânico inerte e o material catalítico é essencial e pode proceder através de várias vias. As duas vias preferidas são:

A via seca, por meio da qual uma mistura do material de biomassa particulado e o material inorgânico inerte é aquecida e fluidizada, e o material catalítico é adicionado como partículas de sólido finas a esta mistura.

A via úmida, por meio da qual o material catalítico é dispersado em um solvente e este solvente é adicionado à mistura de material de biomassa particulado e o material inorgânico inerte. Um solvente preferido é água.

O termo "biomassa particulada fina" como usado aqui refere-se ao material de biomassa tendo um tamanho médio de partícula na faixa de 0,1 mm a 3 mm, preferivelmente de 0,1 mm a 1 mm.

Biomassa de fontes tais como palha e madeira pode ser

convertida em um tamanho de partícula na faixa de 5 mm a 5 cm com relativa facilidade, usando técnicas tais como moagem ou trituração. Para uma conversão térmica efetiva é desejável ainda reduzir o tamanho médio de partícula da biomassa para menos do que 3 mm, preferivelmente menos do que 1 mm. Cominuir biomassa para esta faixa de tamanho de partícula é notoriamente difícil. Verificou-se que biomassa sólida pode ser reduzida em tamanho de partícula para uma faixa de tamanho médio de partícula de 0,1 mm a 3 mm abradando as partículas de biomassa tendo um tamanho médio de partícula na faixa de 5 mm a 50 mm em um processo envolvendo mistura mecânica das partículas de biomassa com um material particulado inorgânico e um gás.

Abrasão de partículas em um processo de leito fluido é um fenômeno conhecido, e na maioria dos contextos indesejável. No presente contexto este fenômeno é usado para tomar vantagem do fim de reduzir o tamanho de partícula de material de biomassa sólido.

Deste modo, em uma forma de realização da presente invenção, partículas de biomassa tendo um tamanho de partícula na faixa de 5 mm a 50 mm são misturadas com partículas inorgânicas tendo um tamanho de partícula na faixa de 0,05 mm a 5 mm. Esta mistura particulada é agitada com um gás. Como as partículas inorgânicas têm uma dureza que é maior que aquela das partículas de biomassa, a agitação resulta em uma redução do tamanho das partículas de biomassa. Apropriadamente este processo é usado para reduzir o tamanho de partícula da biomassa para 0,1 a 3 mm.

A quantidade de agitação da mistura particulada determina para uma grande extensão a taxa de redução de tamanho das partículas de biomassa. A fim de aumentar a atividade de abrasão, a agitação pode ser tal como para formar um leito fluido, um leito de borbulhamento ou em ebulição, um leito com esguicho, ou transporte pneumático. Para o fim da presente invenção, leitos com esguicho e transporte pneumático são os níveis

preferidos de agitação.

O gás pode ser ar, ou pode ser um gás tendo um nível reduzido de oxigênio (quando comparado ao ar), ou pode ser substancialmente livre de oxigênio. Exemplos incluem vapor d'água, nitrogênio, e misturas gasosas como podem ser obtidas em uma subsequente conversão térmica das partículas de biomassa finas. Tais misturas gasosas podem compreender monóxido de carbono, vapor d'água, e/ou dióxido de carbono.

O processo de abrasão pode ser realizado em temperatura ambiente, ou em uma temperatura elevada. O uso de temperaturas elevadas é preferido para partículas de biomassa contendo quantidades significantes de umidade, porque resulta em um grau de secagem de partículas de biomassa. Secagem aumenta a dureza das partículas de biomassa, tornando as partículas mais suscetíveis à redução de tamanho por abrasão. Temperaturas de secagem preferidas variam de cerca de 50 a 150°C. Maiores temperaturas são possíveis, em particular se o gás de agitação for pobre em oxigênio ou substancialmente livre de oxigênio.

Preferidas para uso no processo de abrasão são aquelas partículas inorgânicas que serão usadas em um subsequente processo de conversão térmica de acordo com a presente invenção. Em ainda outra forma de realização preferida, o material catalítico está também presente durante o processo de abrasão. Acredita-se que alguma parte do material catalítico, se presente durante o processo de abrasão, se torna embutida nas partículas de biomassa, que torna o processo subsequente de conversão térmica mais efetivo.

Em uma forma de realização particularmente preferida da presente invenção, partículas de biomassa tendo um tamanho de partícula na faixa de 5 mm a 50 mm são misturadas com partículas inorgânicas inertes e um material catalítico. Essa mistura é agitada por um gás, preferivelmente resultando na formação de um leito com esguichos ou transporte pneumático.

A seguir as partículas de biomassa atingem um tamanho médio de partícula na faixa de 0,1 mm a 3 mm a temperatura é aumentada para 150 a 600°C.

5 As partículas de biomassa pequenas obtidas no processo de abrasão são particularmente apropriadas para conversão em um biolíquido em um processo de conversão apropriado. Exemplos do processo de conversão apropriados incluem conversão hidrotérmica, conversão enzimática, pirólise, conversão catalítica, e conversão térmica branda.

10 Em uma forma de realização alternativa de etapa a), partículas do material portador de energia baseado em carbono são revestidas com as partículas muito pequenas de um material catalítico. De forma conceitual, as partículas do material portador de energia baseado em carbono são polvilhadas com um revestimento de partículas de catalisador. Embora ambos, o material portador de energia e o material catalítico sejam sólidos, provendo partículas de catalisador que são muito menores que as partículas do material portador de energia, é possível prover um contato muito íntimo entre as partículas portadoras de energia e as partículas de catalisador. Como um resultado é possível converter cataliticamente pelo menos o envoltório exterior das partículas portadoras de energia, de modo a tornar as mesmas partículas mais suscetíveis à conversão para componentes de combustível líquido em um processo subsequente.

20 Como uma primeira etapa, material portador de energia baseado em carbono é provido na forma de partículas pequenas. Isto pode ocorrer pela trituração, moagem, e semelhantes. O método mais apropriado para tornar estas partículas pequenas depende da natureza do material portador de energia baseado em carbono. Por exemplo, carbono pode ser moído em um moinho de esferas ou um moinho de martelo; outros materiais podem ser mais convenientemente tratados em um triturador. O método apropriado pode ser selecionado pelo versado baseados nos critérios gerais da viabilidade, custo, e dureza do material a ser triturado.

Se o portador de energia for areia de alcatrão, as partículas compreendem grãos de areia revestidos ou parcialmente revestidos com uma mistura de hidrocarbonetos pesados. Em geral estas partículas já têm o tamanho apropriado para o processo da presente invenção. Em qualquer
5 evento, geralmente não é prático reduzir o tamanho destas partículas de areia de alcatrão.

O tamanho de partícula d_e do material portador de energia baseado em carbono particulado preferivelmente está na faixa de 5 mm a 100 micrômetros.

10 O material de catalisador está provido na forma de partículas tendo um tamanho de partícula médio d_c na faixa de 1000 nm a 10 nm. Partículas deste tamanho podem ser obtidas formando materiais inorgânicos de uma solução ou uma suspensão, e controlando as condições a fim de favorecer a formação de partículas dentro desta faixa de tamanho. Processos
15 desse tipo são bem conhecidos, e não fazem parte da presente invenção. Em um processo alternativo, materiais inorgânicos podem ser formados em partículas do tamanho desejado esfoliando ou peptizando partículas grandes.

Em um forma de realização preferida, a relação d_e/d_c está na faixa de 50.000 a 500. Relações de tamanho de partícula dentro destas faixas
20 assegura é que as partículas do material portador de energia baseado em carbono podem ser revestidas com um pulverização de partículas do material catalítico.

As partículas do material portador de energia baseado em carbono e as partículas do catalisador são misturadas junto. Essa mistura pode
25 ser feita por qualquer método apropriado conhecido do versado. O método apropriado dependerá da natureza do material portador de energia baseado em carbono. Em geral, métodos usados para reduzir o tamanho de partícula do material portador de energia baseado em carbono tendem a ser também apropriados para esta etapa de mistura.

Preferivelmente, as partículas portadoras de energia e cortes destas partículas são feitos em uma relação de peso na faixa de 1000:1 a 10:1, preferivelmente de 100:1 a 30:1. Estas relações em peso asseguram que um número suficiente de partículas de catalisador estão disponíveis para prover pelo menos um revestimento parcial das partículas portadoras de energia.

Um aspecto importante da presente invenção é a temperatura de reação na etapa b) menor que 450°C, preferivelmente menor que 400°C. Mais preferivelmente a temperatura de reação é menor que 350°C, ainda mais preferivelmente menor que 300°C, e mais preferivelmente menor que 250°C.

Esta temperatura de reação torna-se possível usando um material catalítico selecionado do grupo de argilas catiônicas, argilas aniônicas, argilas naturais, materiais tipo hidrotalcita, materiais em camadas, minérios, minerais, óxidos de metal, hidróxidos e carbonatos dos metais alcalinos e metais alcalinos terrosos, e suas misturas.

As partículas de catalisador são de um tamanho apropriado para catálise heterogênea. Como uma regra geral, tamanhos pequenos de partículas de catalisador são preferidos em catálise heterogênea, porque quanto menor uma partícula, maior a fração dos átomos disponíveis que estarão presentes na superfície da partícula. Portanto, tamanhos de partícula menores do que 100 microns são apropriados, partículas menores do que 1.000 nanômetros sendo preferidas. Em geral não é desejável usar partículas menores que cerca de 100 nm. Embora a atividade catalítica de tais partículas menores seja maior, se requer quantidades desproporcionalmente maiores de energia para criar tais partículas pequenas, e as partículas pequenas tornam mais difícil separar as partículas das correntes de produto após a pirólise catalítica.

O material portador de energia baseado em carbono pode ser de origem mineral, sintética ou biológica. Materiais de origem mineral inclui crus pesados, óleos de xisto, alcatrões (por exemplo, de areias de alcatrão) e

betume. Materiais de origem sintética incluem fornecimentos de resíduos de resinas sintéticas. Estas resinas sintéticas podem ser materiais virgens, por exemplo rejeitos de operações de modelagem e desenho, e materiais utilizados, tais como materiais de embalagem reciclados. Materiais de origem biológica incluem biomassa, em particular biomassa sólida contendo celulose, lignina, e lignocelulose. Uma biomassa preferida é biomassa de origem aquática, tais como algas.

O material portador de energia baseado em carbono é um líquido viscoso ou um sólido, tornando difícil estabelecer um contato íntimo entre o material portador de energia baseado em carbono e o material de catalisador particulado. Pode ser necessário moer o material portador de energia baseado em carbono junto com o material de catalisador particulado. Em uma forma de realização preferida do processo, o material de catalisador particulado pode ser "jateado" no material portador de energia baseado em carbono. Para este fim, o material de catalisador particulado é colocado em uma corrente de gás inerte, e o gás inerte é levado a fluir, por exemplo, por meio de um compressor. Desta forma as partículas de catalisador recebem uma velocidade de pelo menos 1 m/s, preferivelmente pelo menos 10 m/s.

A corrente de gás é então impingida sobre o material portador de energia baseado em carbono. Devido à sua energia cinética as partículas de catalisador penetram no material portador de energia baseado em carbono, por meio disso proporcionando o contato íntimo necessário.

O jateamento de partículas no material portador de energia baseado em carbono causa ruptura mecânica do último, o que é de particular vantagem se este material for um sólido. O efeito pode ser reforçado misturando as partículas de catalisador com material inerte particulado. Preferivelmente o material inerte tem um tamanho de partícula similar aquele do material de catalisador.

Em uma forma de realização particularmente preferida do

processo, etapa a) é efetuada em um reator químico, tal como um reator de leito fluidizado, um reator ascendente, ou um reator descendente. Convenientemente, etapa b) pode ser realizada no mesmo reator como etapa a).

5 Na etapa b), os produtos de reação são formados tendo pesos moleculares tais como estes produtos estão em forma gasosa ou líquida quando em temperatura ambiente. Na temperatura de reação estes produtos de reação estão todos na forma gasosa, que é referida aqui como "produtos de reação na fase vapor". É um importante aspecto da presente invenção que os
10 produtos de reação na fase vapor sejam rapidamente separados do material de catalisador particulado. Especificamente, os produtos de reação na fase vapor são separados das partículas de catalisador dentro de 10 segundos após eles serem formados, preferivelmente dentro de 5 segundos, mais preferivelmente dentro de 3 segundos. Os produtos de reação geralmente compreendem
15 hidrocarbonetos e vapor d'água.

Essa separação pode ser realizada aplicando pressão reduzida para a zona do reator onde esta separação^oCorre. Preferivelmente a pressão reduzida é um "vácuo" menor que 500 mBar.

Essa separação rápida dos produtos de reação do material de
20 catalisador é um fator importante em limitar a degradação dos produtos de reação. Degradação pode ser diminuída ainda resfriando rapidamente os produtos de reação após eles serem separados do material de catalisador. Se a etapa de separação envolver aplicar pressão reduzida, algum resfriamento dos produtos de reação irá^oCorrer como um resultado de sua expansão adiabática.
25 Além disso, o resfriamento pode ser realizado por quaisquer meios conhecidos na técnica, por exemplo bombeando os produtos de reação através de um trocador de calor em contra-fluxo com um meio de resfriamento, tais como água resfriada.

Preferivelmente, os produtos de reação são resfriados a uma

temperatura abaixo de 200°C, preferivelmente abaixo de 150°C, dentro de 10 segundos, preferivelmente dentro de 3 segundos, após serem separados do material catalítico.

5 Alguns produtos de reação permanecem adsorvidos nas partículas de catalisador após etapa de separação c). Estes materiais podem ser removidos por extração, usando métodos bem conhecidos na técnica. Por exemplo, condições de extração como as usadas em unidades de FCC são apropriadas. Embora os produtos de reação removidos por extração possam ter estado em contato com o material de catalisador por mais do que os 10
10 segundos desejados, estes materiais não são necessariamente completamente deteriorados.

Durante a reação, coque pode formar-se na superfície do catalisador. Este coque pode ser queimado expondo o catalisador a um meio oxidativo, tal como ar, em temperatura elevada. Essa etapa opcional pode ser
15 efetuada em um regenerador do tipo conhecido de processos de FCC.

Esta etapa de queima resulta na produção de CO₂. Em uma forma de realização preferida este CO₂ é usado na produção de biomassa, por exemplo pulverizando-o em culturas ou árvores sob condições que são favoráveis para fotossíntese.

20 O calor gerado durante a etapa de regeneração opcional pode ser usado para fornecer o calor para a reação endotérmica de etapa b). Para esta finalidade, partículas de catalisador quentes do regenerador são recicladas para etapa a) ou b) do processo. A quantidade de depósito de coque pode ser tal que a quantidade de calor gerada durante a etapa de regeneração pode ser
25 maior do que a que é necessária para abastecer a reação de conversão. Se este for o caso, calor em excesso pode ser removido do processo resfriando as partículas de catalisador para uma temperatura desejada antes de reciclá-las no reator. A temperatura desejada é determinada pelo equilíbrio térmico para o processo, e a temperatura desejada de reação para etapa b).

Conseqüentemente, a temperatura desejada das partículas de catalisador pouco antes de reciclar pode ser determinada de uma maneira similar àquela usada em processos FCC.

Se calor for removido das partículas de catalisador regeneradas, este calor pode ser usado para gerar vapor d'água, água quente, ou eletricidade.

Em uma forma de realização preferida o processo é efetuada em uma unidade de FCC. Pode ser desejável efetuar etapa a) em um reator de pré-tratamento, anterior a introdução do material portador de energia baseado em carbono em um ascendente da unidade de FCC.

Em uma forma de realização preferida da invenção um gás reativo está presente pelo menos durante parte da etapa b). Este gás reativo pode ter propriedades oxidativas ou redutivas, ou o gás reativo pode ser reativo em propriedades de isomerização ou alquilação. Exemplos de gases reativos tendo propriedades oxidativas incluem ar e oxigênio, bem como misturas de oxigênio e um gás inerte tais como nitrogênio.

Exemplos de gases tendo propriedades redutivas incluem monóxido de carbono, sulfito de hidrogênio, e hidrogênio. Hidrogênio pode ser menos preferido, como pode requerer uma pressão elevada.

Gases tendo propriedades de alquilação ou isomerização incluem iso-butano, nafteno, ácidos orgânicos voláteis, e semelhantes.

Uma forma de realização particularmente preferida está ilustrada na Figura 1. A figura representa um processo em três estágios para a pirólise branda de um portador de energia baseado em carbono. O processo será descrito com referência à biomassa, especificamente aparas de madeira, como o portador de energia baseado em carbono. Será entendido que este processo é apropriado para outras formas de biomassa, bem como para formas de mineral de portador de energia baseado em carbono.

Figura 1 mostra uma unidade de secagem de leito fluido e

trituração 10. Biomassa particulada, tais como aparas de madeira ou serragem, é introduzida nessa unidade 10, e misturada com um leito fluido de partículas de catalisador. Esta mistura pode correr em temperatura ambiente, mas é preferido operar unidade 10 em uma temperatura elevada.

5 Preferivelmente a temperatura é mantida abaixo de cerca de 200°C. O impacto mecânico das partículas de catalisador impingindo nas partículas de biomassa provê uma ação de trituração, por meio disso ainda reduzindo o tamanho de partícula da biomassa. Em adição ao fluxo de fluido no leito fluido provê um grau de secagem das partículas de biomassa.

10 Da unidade 10 a mistura biomassa/catalisador é transportada para o reator descendente 20. No topo do reator 20 uma corrente de partículas de catalisador é introduzida em temperatura elevada, por exemplo 400°C. A corrente de biomassa sofre pirólise catalítica no reator 20, por meio da qual produtos de reação voláteis e carvão e coque são formados. Carvão e coque se
15 depositam nas partículas de catalisador. Os produtos de reação voláteis são removidos do reator no fundo, e separados em gases não condensáveis (CO, CO₂), e produtos de reação líquidos.

As partículas de catalisador contendo coque e carvão são transportadas para unidade de regeneração de leito fluido 30. Na unidade 30 o
20 carvão e coque são queimados em uma atmosfera contendo oxigênio tais como oxigênio ou ar. Na unidade de regeneração 30 a temperatura aumenta para bem acima de 400°C, por exemplo para cerca de 650°C. A corrente de catalisador quente de regenerador 30 é transportada para um primeiro trocador de calor 40, onde a temperatura é reduzida para cerca de 400°C. Calor
25 recuperado da corrente de catalisador é utilizado para gerar vapor d'água, que pode ser usado como tal em outras partes da planta, pode ser convertido em energia elétrica e usado como tal, ou vendido, etc.

Uma porção da corrente de catalisador de trocador de calor 40 é transportada para o topo do reator descendente 20. Outra porção é

transportada para um segundo trocador de calor 50, onde é resfriada para a temperatura desejada para unidade de secagem e trituração 10, por exemplo, menor que 200°C. Calor recuperado de trocador de calor 50 pode ser usado para gerar vapor d'água ou energia elétrica, para uso em outras partes da planta, ou vendido.

Será entendido que o processo pode ser otimizado variando a temperatura na saída do trocador de calor 40 (e conseqüentemente a temperatura no topo do reator 20); a temperatura na saída do trocador de calor 50 (e conseqüentemente a temperatura no secador/triturador 10), a razão de correntes de catalisador 41 e 51, etc. Em geral, é desejável operar reator 20 em uma temperatura tão baixa quanto possível, preferivelmente abaixo de 350°C, mais preferivelmente abaixo de 300°C.

Ao invés de reator descendente 20 um reator ascendente pode ser usado. Será entendido que em tal disposição, o catalisador e alimentação serão introduzidos no fundo do reator, e produto e catalisador usado serão coletados no seu topo.

TESTE DE PIRÓLISE POR VAPORIZAÇÃO INSTANTÂNEA (FLASH)

Testes de pirólise por vaporização instantânea (FPT) foram efetuados na configuração mostrada na Figura 2.

A configuração consistido de uma seção de alimentação (4) com uma válvula automatizada (5) para N₂ pulsando para transportar amostra de biomassa ou biomassa/catalisador (1) em um reator ciclônico de escala de bancada (2). Aquecimento do reator foi fornecido por forno elétrico (3) e a temperatura foi controlada por um termopar (9). Gás portador (N₂, 30 l/min) é continuamente enviado na parte inferior do reator. Produtos liquefeitos foram coletados em um resfriador (6) imersos em um nitrogênio líquido (7). Produtos líquidos congelados que não se agarram nas paredes do resfriador foram coletadas por micro filtro (8).

Pirólise por vaporização instantânea de biomassa ou uma

mistura de biomassa/ catalisador (1) foi realizada no reator ciclônico de escala de bancada (2). O reator foi pré-aquecido por forno elétrico (3) para a temperatura de experimento. Durante todos os experimentos, o reator foi varrido com N₂ (30 l/min). Biomassa (cerca de 1 g) foi colocada na seção de
 5 suprimento de alimentação (4) acima do reator e enviada para o reator com um pulso pequeno de N₂, usando válvula automatizada (5). Para coletar os produtos liquefeitos em uma quantidade suficiente para a seguinte caracterização, cada experimento continha pelo menos 4 pulsos com pelo menos 1 min entre pulsos (tempo requerido para carregar nova porção de
 10 amostra na seção de alimentação). Produtos liquefeitos foram coletados em um resfriador (6) que foi mantido em menos 196°C (7). Devido ao fluxo de portador de gás elevado algum líquido "congelado" passou através do resfriador e foi coletado como partículas por um micro filtro de saída (8). Após o gás portador de micro filtro e os produtos não condensados
 15 deslocaram-se para saída.

Após experimentos de pirólise o resfriador e o micro filtro foram aquecidos para temperatura ambiente e produtos condensados foram completamente lavados por acetona (cerca de 750-800 ml de acetona por experimento). Posteriormente acetona foi removida usando um evaporador
 20 rotativo de vácuo em temperatura ambiente.

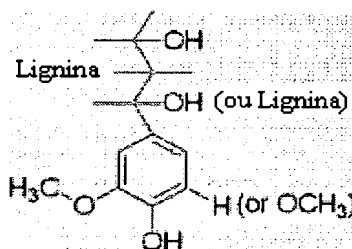
Produtos químicos

Todos produtos químicos foram de Sigma-Aldrich.

Xilana:

Sigma-Aldrich Número de catálogo X4252. Nome: Xilana de
 25 faia (sinônimo: Poli(β-D- xilopirranose[1→4])); Qualidade >90% resíduos de xilose.

Lignina: Sigma-Aldrich Número de catálogo 371017. Nome: Lignina, organossolvente;



Celulose A: Sigma-Aldrich Número de catálogo 43,523-6 ;
celulose microcristalina, pó;

Pós de celulose de pureza elevada para cromatografia de
partição.

5 Agente de volume, opacificador, agente anti- formação de
torta, auxiliar de extrusão e estabilizador para espumas e emulsões.

Aspectos e Benefícios. Regiões amorfas são hidrolisadas
deixando microfibrilas cristalinas. Forma géis tixotrópicos, boa estabilidade
térmica.

10 Forma: pó microcristalino
pH 5-7 (11 % em peso)
densidade em bruto 0,6 g/mL (25°C)

GRAVIMETRIA TÉRMICA DIFERENCIAL

15 Decomposição térmica de amostras foi realizada usando um
Mettler-Toledo TGA/SDTA851e termoequilíbrio. Um esquema simplificado
da unidade é mostrado na Figura 3.

20 Termoequilíbrio 19 é usado como a seguir. A amostra (10-15
mg) contida em um vaso de alumínio (70 ml) (11) foi colocada em um
suporte de vaso (12) que continha um termopar para medir a temperatura de
amostra. Através do suporte de amostra (13) o vaso foi conectado a uma
balança (14) colocada em bloco termostático (15) para prover medição de alta
qualidade da mudança de peso de amostra sob tratamento térmico. A amostra
foi aquecida pelo forno elétrico (16) até temperatura desejada (max 1100°C)
com uma taxa de aquecimento requerida (nos presentes experimentos 5
25 °C/min). Gás inerte (no presente caso Ar) foi provido em um forno através de

um tubo capilar de gás (17). A balança foi protegida de possível formação de gases perigosos durante os experimentos por um gás protetor fornecido continuamente através de tubo (18).

Experimentos foram conduzidos com partículas de madeira de pinheiro-do-canadá (*pinus canadiensis*). Partículas foram obtidas de um moinho de madeira na forma de aglomerados, tendo um tamanho de partícula na faixa de 1 - 10 mm. Este aglomerados foram ou moídos durante 5 minutos em um moedor para café para um tamanho de partícula de 0,5 - 1 mm ("serragem de pinheiro"), ou para um tamanho de partícula de cerca de 0,2 mm ("pó de madeira de pinheiro") em um moinho planetário de alta energia (Pulverisette 5).

Amostras foram submetidas a aquecimento programado de temperatura no termoequilíbrio acima descrito. O peso da amostra foi registrado como uma função de temperatura. O derivativo desta curva foi também registrada (referida como "sinal de DTG" nas Figuras 4 até 8). O mínimo desta curva corresponde ao ponto de inflexão da curva de TG, e provê uma indicação da temperatura de decomposição (" T_0 ") da amostra. Experimentos foram conduzidos com celulose pura, xilana (que serviu como um composto modelo para hemicelulose), lignina pura, serragem de pinheiro, e pó de madeira de pinheiro.

A fim de medir o efeito da adição de um material inorgânico particulado, amostras foram trituradas juntas com o material particulado inorgânico por 120 minutos em um moinho planetário de alta energia (tipo Pulverisette 5). As amostras foram submetidas à decomposição programada de temperatura. A temperatura de decomposição T_0 e o resíduo a 600°C foram registradas. Curvas representativas estão presentes nas Figuras 4 a 8.

Figura 4 mostra a curva de DTG para pó de madeira de pinheiro. T_0 foi 345°C; resíduo estava 22 % em peso.

Figura 5 mostra a curva de DTG para pó de madeira de

pinheiro co-móido com 20% de Na_2CO_3 . T_0 foi 232°C; o resíduo foi 24%.

Figura 6 mostra a curva de DTG para pó de madeira de pinheiro co-móido com 20% de MgO . T_0 foi 340°C; o resíduo foi 17%.

Figura 7 mostra a curva de DTG para pó de madeira de pinheiro co-móido com 20% de hidrotalcita calcinada. T_0 foi 342°C; o resíduo foi 19%.

Figura 8 mostra a curva de DTG para pó de madeira de pinheiro co-móido com hidrotalcita não calcinada. T_0 foi 350°C; o resíduo foi 13%.

10 Resultados dos experimentos estão reunidos na Tabela 1

Amostra	T_D (°C)	% de resíduo (% em peso)
Celulose (pura)	325	10
Xilano	270	34
Lignina (pura)	342	42
Serragem de pinheiro	345	34
Pó de madeira pinheiro	345	22
Serragem de pinheiro+ 50% de Na_2CO_3	276	34
Pó madeira pinheiro+ 20% de Na_2CO_3	232	24
Pó madeira pinheiro+ 20% de CaCl_2	295	33
Pó madeira pinheiro+ 20% de NaCl	313	31
Pó de pinheiro+ $\text{ZrO}_4(\text{SO}_4)_3$	356	19
Pó madeira pinheiro+ 20% de MgO	340	17
Pó madeira pinheiro+ 20% de HTC ⁽¹⁾	350	13
Pó madeira pinheiro+ 20% de CBV300 ⁽²⁾	335	11
Pó madeira pinheiro+ 20% de $\text{Zn}(\text{OH})\text{CO}_3$	345	20
Pó madeira pinheiro+ 20% de HTC ⁽³⁾	326	21
Xilano + 20% de $\text{ZrO}_4(\text{SO}_4)_3$	266	30
Pó madeira pinheiro+ NaCl	266	30
Xilano + 20% de LiNO_3	263	20

(1) hidrotalcita (não calcinada)

(2) um catalisador comercial de sílica/alumina/zeólito(Y) fornecido por Zeolyst

(3) hidrotalcita (calcinada), fornecida por Reheis

15 Em um experimento comparativo separado, serragem de pinheiro, pó de madeira de pinheiro e pó de madeira de pinheiro co-móido com 20% de Na_2CO_3 foram submetidos a pirólise por vaporização instantânea como descrito acima. Pirólise por vaporização instantânea de serragem de pinheiro e pó de madeira de pinheiro produziu um óleo preto de baixa

qualidade e com odor, e um pH baixo. Pirólise por vaporização instantânea da amostra de pó de madeira de pinheiro co-moído com 20% de Na_2CO_3 produziu um óleo que era de cor mais clara e foi julgado como sendo de melhor qualidade.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para converter um material portador de energia baseado em carbono altamente viscoso ou sólido em produtos de reação gasosos e líquidos, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

5 a) contactar o material portador de energia baseado em carbono com um material catalisador particulado

b) converter o material portador de energia baseado em carbono a uma temperatura de reação entre 200°C e 450°C, formando produtos de reação na fase vapor;

10 c) separar os produtos de reação em fase vapor do material catalisador particulado dentro de 10 segundos depois que sejam formados produtos de reação;

d) opcionalmente resfriar bruscamente os produtos de reação a uma temperatura abaixo de 200°C.

15 2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa adicional de extrair produtos de reação do material catalisador particulado.

20 3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa adicional de queimar qualquer coque formado no material catalisador particulado.

4. Processo de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa adicional de reciclar o material catalisador particulado para etapa a) ou b).

25 5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de ser por meio de que um gás reativo está presente durante etapa b).

6. Processo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o gás reativo tem propriedades oxidativas ou redutivas.

7. Processo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado

pelo fato de que o gás reativo é reativo em isomerização ou reações de alquilação.

8. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o gás reativo inclui oxigênio, hidrogênio, sulfeto de hidrogênio, ou monóxido de carbono.

9. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o gás reativo inclui iso-butano, nafteno, ou um ácido orgânico volátil.

10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o material catalítico inclui argilas catiônicas, argilas aniônicas, argilas naturais, materiais tipo hidrotalcita, materiais em camadas, minérios, minerais, óxidos de metal, hidróxidos e carbonato dos metais alcalinos terrosos e alcalinos, ou misturas dos mesmos.

11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o material portador de energia baseado em carbono é de origem mineral.

12. Processo de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o material portador de energia baseado em carbono é um alcatrão, um produto bruto pesado, ou um betume.

13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o material portador de energia baseado em carbono é um polímero sintético.

14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o material portador de energia baseado em carbono é uma biomassa sólida.

15. Processo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a biomassa sólida inclui celulose, lignina, ou lignocelulose.

16. Processo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a biomassa sólida é de origem aquática.

17. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 16, caracterizado pelo fato de ser por meio de que o CO₂ é utilizado na produção de biomassa.

5 18. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de ser por meio de que o CO₂ é utilizado na produção de biomassa aquática.

10 19. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que etapa a) inclui moer o material portador de energia baseado em carbono na presença do material catalisador particulado.

20. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que etapa a) inclui as etapas de:

(i) levar o material catalisador particulado em uma corrente de um gás portador;

15 (ii) fazer com que o fluxo de gás escoe tal que o material catalisador particulado alcance uma velocidade de pelo menos 1 m/s, preferivelmente pelo menos 10 m/s

(iii) incidir as partículas de catalisador sobre o material portador de energia baseado em carbono.

20 21. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o gás portador ainda inclui um material inerte particulado.

22. Processo de acordo com a reivindicação 17 ou 18, caracterizado pelo fato de que etapa a) é realizada em um leito fluidizado, um reator ascendente, ou um reator descendente.

25 23. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a temperatura de reação na etapa b) é menos de 350°C, preferivelmente menos de 300°C, mais preferivelmente menos de 250°C.

24. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações

precedentes, caracterizado pelo fato de que os produtos de reação em fase vapor incluem vapor d'água, hidrocarboneto, ou uma mistura dos mesmos.

25. Processo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o coque é queimado com ar.

5 26. Processo de acordo com a reivindicação 3 ou 22, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa adicional de esfriar o material catalisador particulado depois do coque ser queimado.

10 27. Processo de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de ser por meio de que calor recuperado do material catalisador particulado é usado para gerar vapor d'água, água quente, ou eletricidade.

28. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de ser por meio de que pelo menos etapa b) é realizada em uma unidade de FCC.

15 29. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de ser por meio de que pelo menos etapa b) é realizada em um reator descendente.

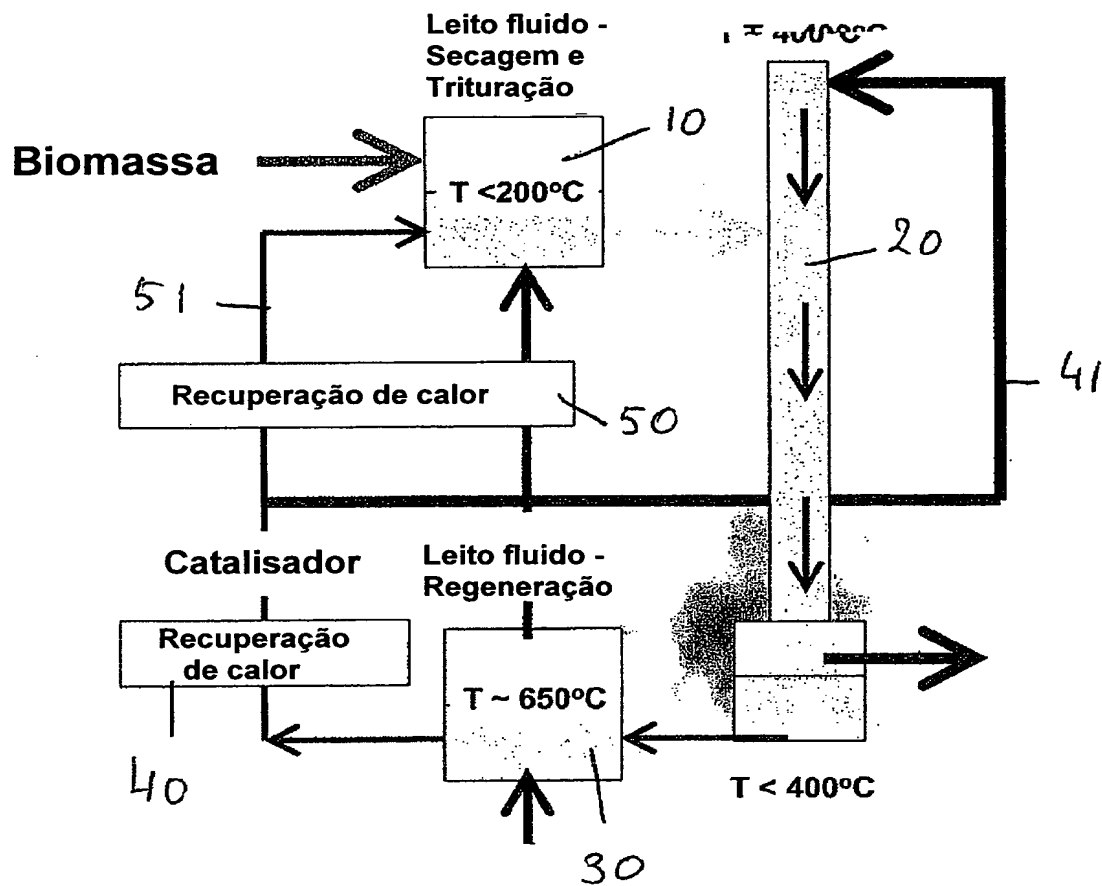
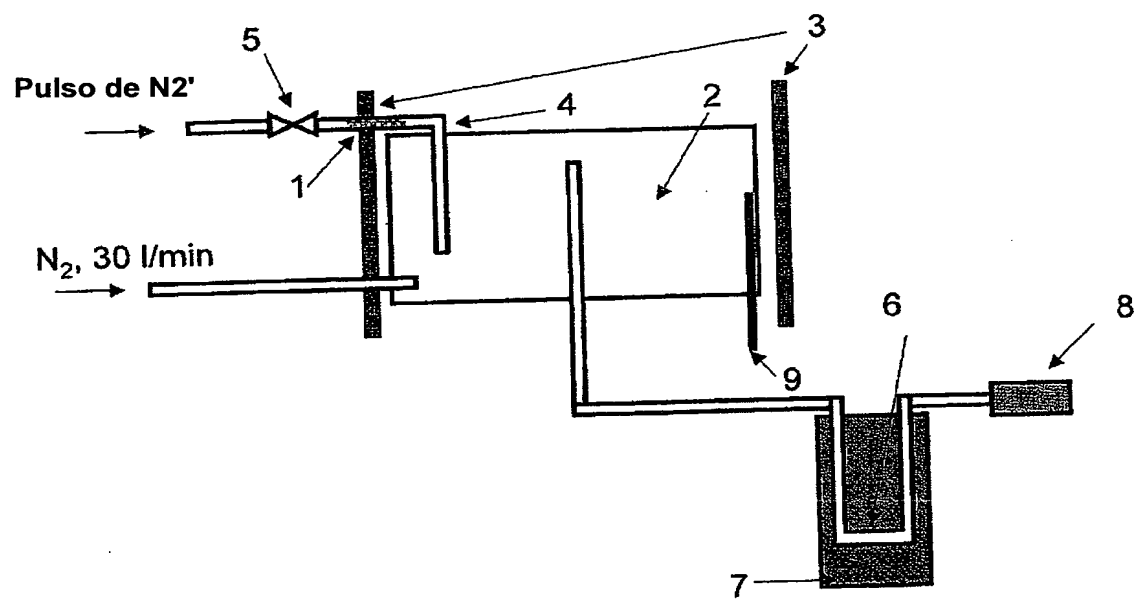
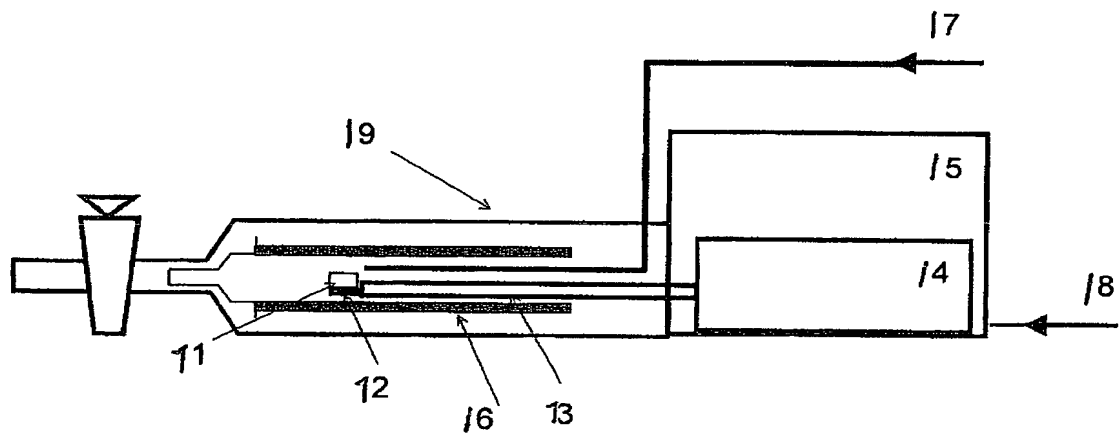


Figura 1

**Figura 2**

**Figura 3**

Madeira_moída_16_04_07

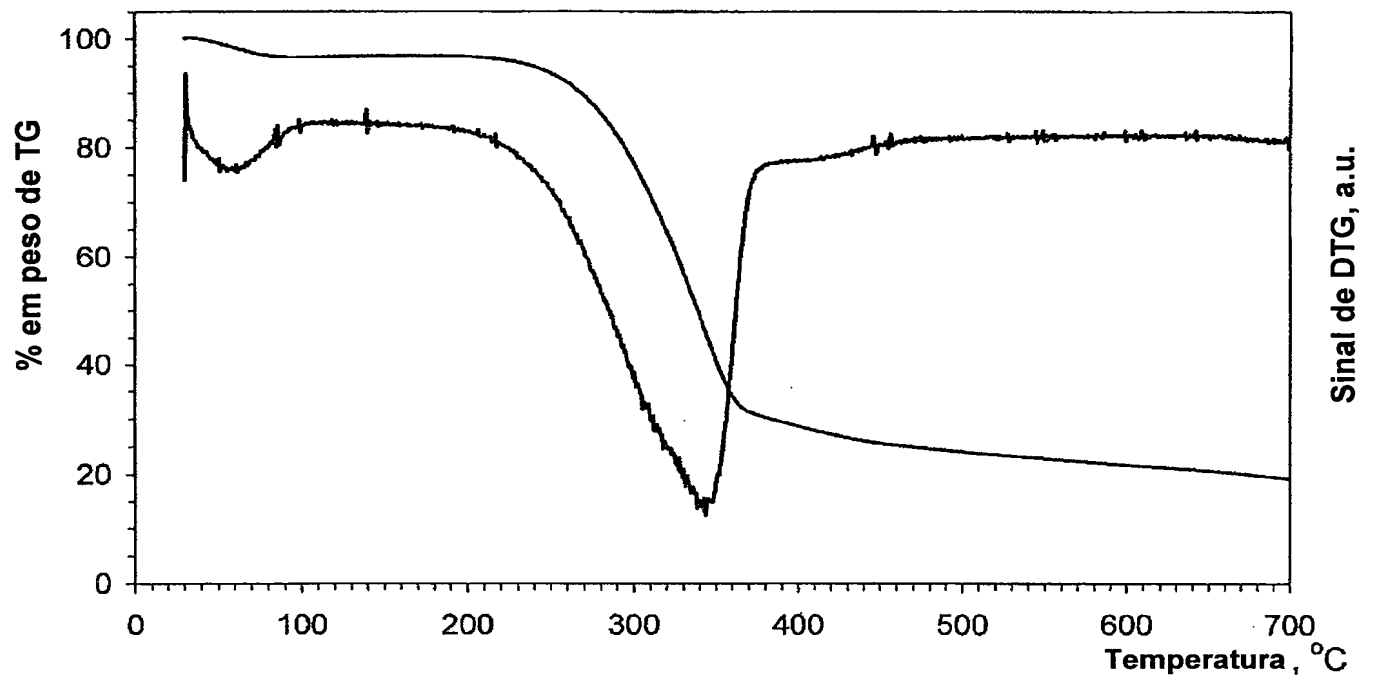
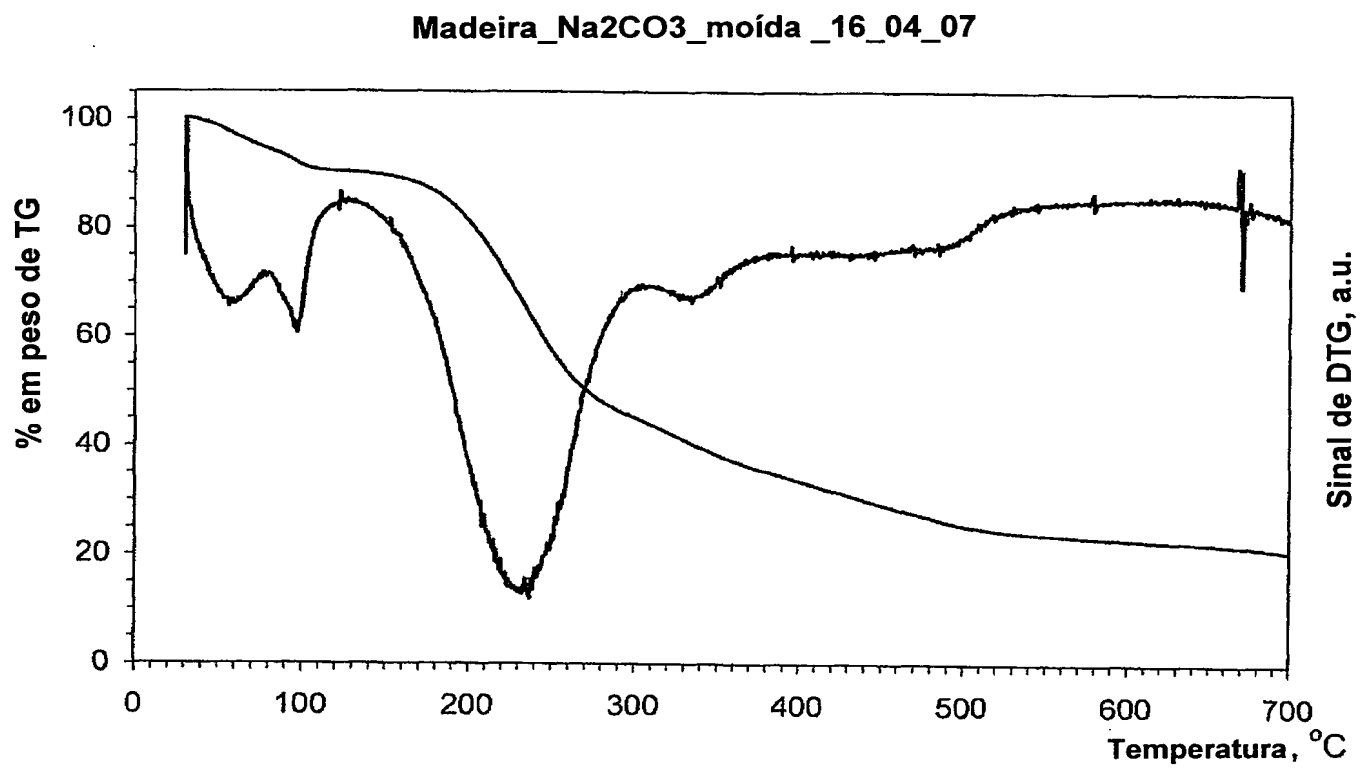


Figura 4

**Figura 5**

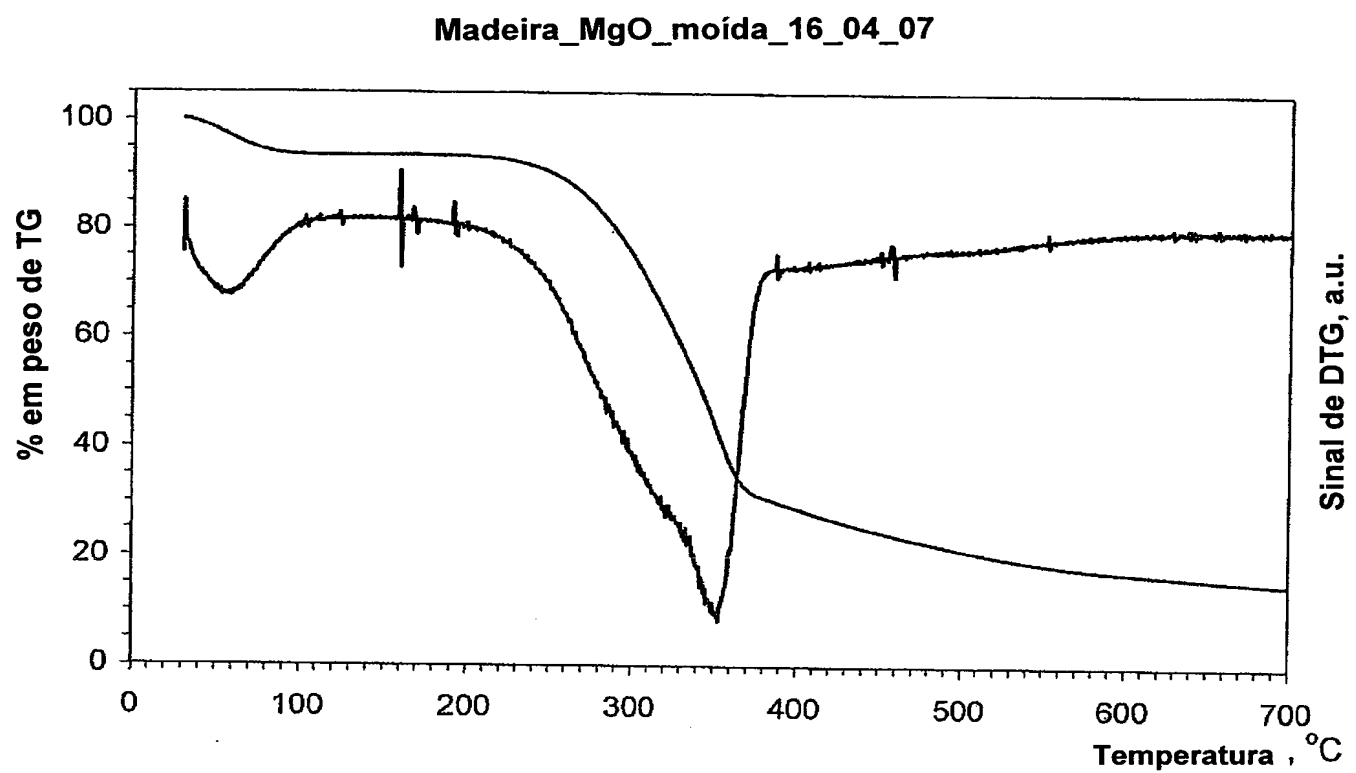


Figura 6

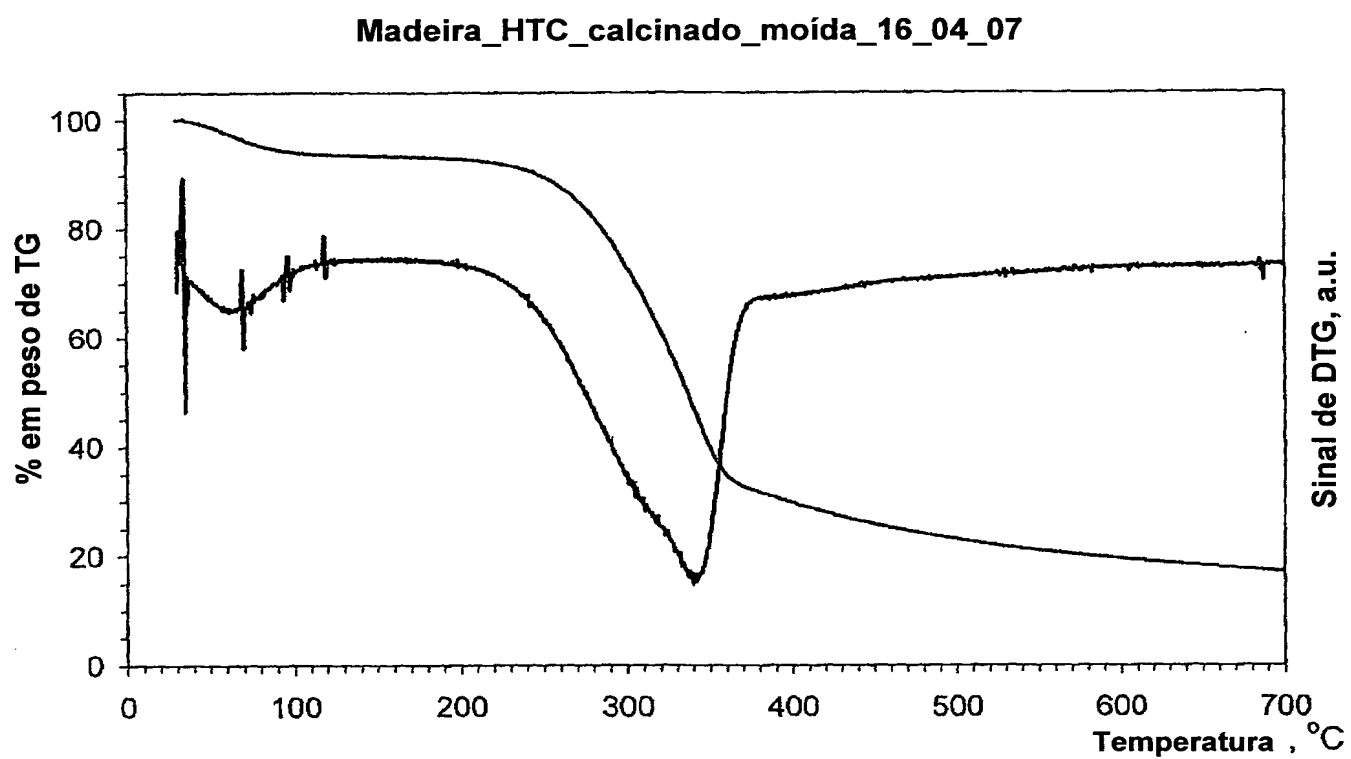


Figure 7

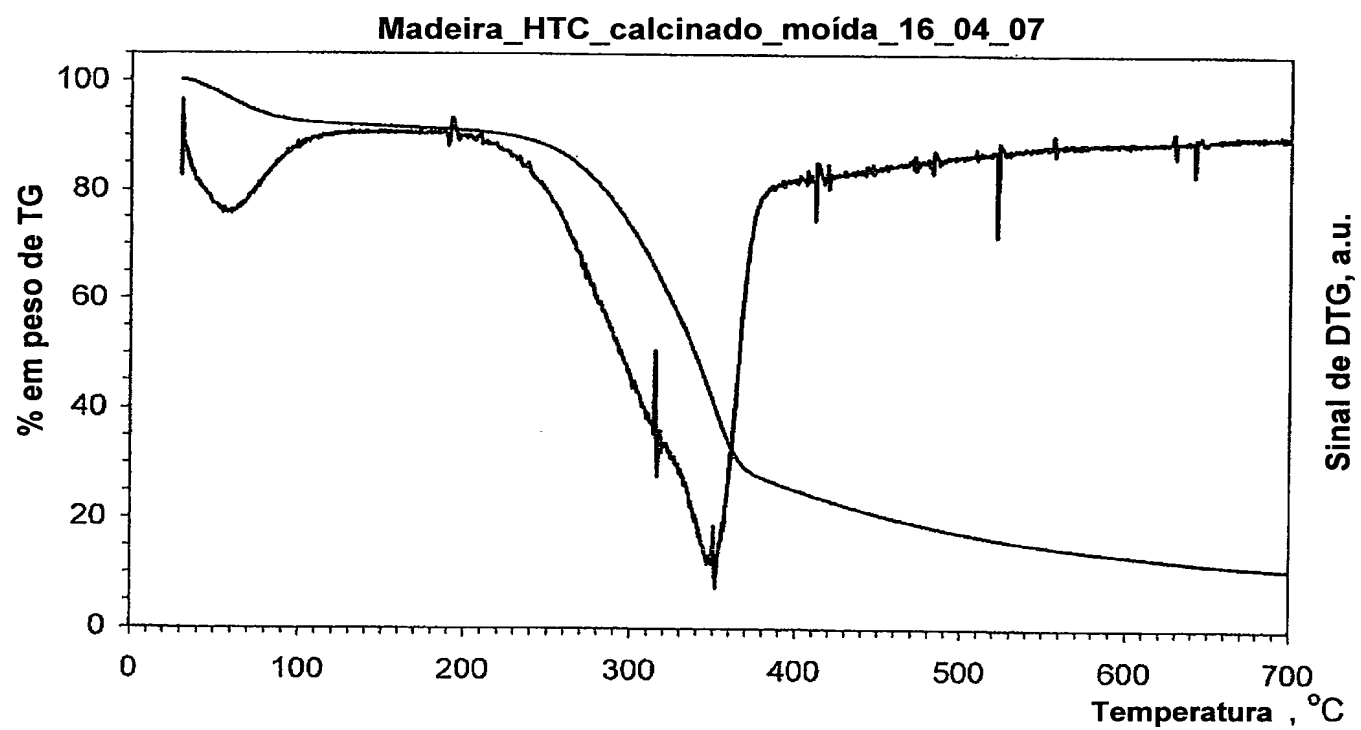


Figura 8

RESUMO

“PROCESSO PARA CONVERTER UM MATERIAL PORTADOR DE ENERGIA BASEADO EM CARBONO ALTAMENTE VISCOSO OU SÓLIDO EM PRODUTOS DE REAÇÃO GASOSOS E LÍQUIDOS”

5 Processo é descrito para converter um material portador de energia baseado em carbono altamente viscoso ou sólido em produtos de reação gasosos e líquidos e, dito processo que inclui as etapas de: a) contactando o material portador de energia baseado em carbono com um material catalisador particulado b) convertendo o material portador de energia
10 baseado em carbono a uma temperatura de reação entre 200 °C e 450 °C, preferivelmente entre 250 °C e 350 °C, que forma produtos de reação assim na fase vapor. Em uma incorporação preferida o processo inclui a etapa adicional de: c) separando os produtos de reação em fase vapor do material catalisador particulado dentro de 10 segundos depois que sejam formados
15 produtos de reação; Em um modo de realização preferido adicional c) é seguido por: d) resfriar bruscamente os produtos de reação a uma temperatura abaixo de 200 °C.