



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 112012000638-0 A2



(22) Data do Depósito: 07/07/2010

(43) Data da Publicação Nacional: 11/08/2020

(54) Título: MÉTODO PARA PRODUZIR MATERIAL PARA USO EM SINTERIZAÇÃO

(51) Int. Cl.: C22B 1/16.

(30) Prioridade Unionista: 02/07/2010 JP 2010-152444; 10/07/2009 JP 2009-163903.

(71) Depositante(es): JFE STEEL CORPORATION.

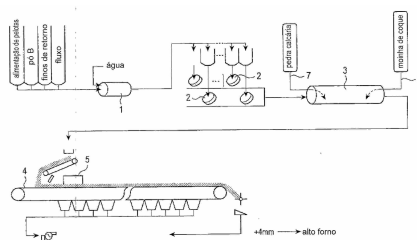
(72) Inventor(es): TAKAHIDE HIGUCHI; NOBUYUKI OYAMA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2010061856 de 07/07/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/004907 de 13/01/2011

(85) Data da Fase Nacional: 10/01/2012

(57) Resumo: MÉTODO PARA PRODUZIR MATERIAL PARA USO EM SINTERIZAÇÃO A presente invenção refere-se a um método de produção de um material para uso em sinterização, o método sendo capaz de produzir eficientemente boas matérias primas mesmo no caso de se usar um disco peletizador para granulação. Um material de sinterização diferente de um material em pó à base de pedra calcária e material em pó do tipo combustível sólido, que estão incluídos no material de sinterização, são carregados em um tambor misturador 1 para agitação e então são misturados; a mistura de sinter cru é fornecido ao disco peletizador 2 e é então granulado; partículas granuladas obtidas por granulação são fornecidas a um tambor misturador externo formador de camadas 3 juntamente com o material em pó à base de pedra calcária; o material em pó do tipo combustível sólido é adicionado ao tambor misturador externo formador de camadas 3; e camadas de material em pó à base de pedra calcária e camadas do material em pó do tipo combustível sólido são anexadas às, ou formadas nas, porções externas das partículas granuladas antes do material em pó do tipo combustível sólido alcançar a saída do tambor misturador externo formador de camadas 3, com o que o (...).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA PRODUZIR MATERIAL PARA USO EM SINTERIZAÇÃO**".

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um método de produção de um material para uso em sinterização usado para produzir minério sinterizado para altos fornos usando uma máquina de sinterização de aspiração descendente Dwight-Lloyd.

Descrição das técnicas relacionadas

Em geral, minério sinterizado usado como alimentação de alto forno é produzido através de um método para processamento de material de sinterização conforme descrito abaixo. Minério de ferro com um tamanho de partícula de 10 mm ou menos; um material contendo SiO_2 tal como pedra de sílica, serpentina, ou escória de níquel; um material em pó à base de pedra calcária contendo CaO tal como pedra calcária; e um material em pó do tipo combustível sólido, tal como moinha de coque ou antracita, agindo como fonte de calor é misturado em um tambor misturador juntamente com uma quantidade adequada de água, seguido de granulação, onde um material granulado chamado partículas granuladas é formado. Matérias primas misturadas incluindo o material granulado são fornecidas em uma esteira de uma máquina de sinterização Dwight-Lloyd de modo a formar uma camada com uma espessura de, por exemplo, 500 mm a 700 mm; um combustível sólido presente em uma porção de sua superfície é inflamada; o combustível sólido inflamado é queimado de tal forma que o ar seja puxado para baixo; e as matérias primas misturadas são sinterizadas em um bolo sinterizado pelo seu calor de combustão. O bolo sinterizado é triturado, seguido de peneiração, onde é obtido o minério sinterizado com um tamanho de partícula determinado. Finos de retorno com um tamanho de partícula menor são reciclados no material de sinterização.

A capacidade de redução do minério sinterizado produzido conforme descrito acima é um fator que afeta grandemente a operação dos altos fornos conforme já indicado. A capacidade de redução do minério sinterizado se correlaciona negativamente com a razão de combustível através da efici-

ência de utilização de gás nos altos fornos. O aumento da capacidade de redução do minério sinterizado reduz a razão de combustível nos altos fornos. A resistência a frio do minério sinterizado conforme descrito acima é um fator importante para garantir a permeabilidade dos altos fornos. Cada alto

5 forno é operado de maneira tal que o limite inferior da sua resistência a frio seja ajustado previamente. Portanto, minério sinterizado adequado para altos fornos é aquele tendo excelente capacidade de redução e alta resistência a frio.

Portanto, técnicas descritas nos Documentos de Patente 1 a 3

10 foram completadas. As técnicas são métodos, capazes de aumentar a resistência a frio e a capacidade de redução do minério sinterizado, para produzir misturas de sínter. Os métodos não requerem qualquer grande instalação de pré-tratamento para um processo de produção de minério de ferro. Nos métodos, minério de ferro e um material contendo SiO_2 são conformados em

15 partículas granuladas passo a passo separadamente de um material de pedra calcária e um material combustível sólido, com o que é produzido minério sinterizado tendo a estrutura a seguir: uma estrutura na qual cálcio ferrita (CF), que tem alta resistência, é formada na superfície de cada minério sinterizado e hematita (He), que tem alta capacidade de redução, é formada

20 seletivamente no interior do minério sinterizado.

Além disso, foi proposto um método de produção de um material para uso na sinterização (vide, por exemplo, o Documento de Patente 4). Esse método é referido como um assim chamado processo HPS (sínter pelletizado híbrido). Nesse método, minério de ferro pulverulento que é uma

25 mistura de minério de ferro fino e minério de ferro bruto, pedra calcária, e cal viva são misturados em um misturador; a mistura e a água adicionada a ela

~~são granuladas com um primeiro peletizador; partículas granuladas são pe-~~

neiradas através de uma peneira; e partículas de tamanho excessivo são carregadas em um segundo peletizador; com isso as partículas de tamanho

30 excessivo são revestidas com moinha de coque.

Documentos da técnica anterior

Documentos de Patente

Documento de Patente 1: Japanese Patent nº 3755452

Documento de Patente 2: Japanese Patent nº 3794332

Documento de Patente 3: Japanese Patent nº 3656632

Documento de Patente 4: Japanese Examined Patent Application Publication nº 2-4658

Sumário da Invenção

Problemas a serem resolvidos

No método de produção do material para uso em sinterização descrito no Documento de Patente 4, um disco peletizador é usado para granular material de sinterização. O uso do disco peletizador permite a alimentação de péletes contendo minério de ferro, que é um pó fino, para ser granulado. Minério de ferro contendo pó fino tal como tal como alimentação de péletes pode ser granulado por uma combinação do processo HPS e os métodos de produção do material para uso na sinterização descrito nos Documentos de Patente 1 a 3.

Entretanto, em anos recentes, os preços do minério de ferro e da matéria prima variaram grandemente a partir do seu desenvolvimento e a mistura de matérias primas foi significativamente variada. Os processos descritos nos Documentos de Patente 1 a 3 foram desenvolvidos para o propósito de aumentar o uso de alimentação de péletes feitas de finos de minério de ferro (um tamanho médio de partícula de 150 μm ou menos), que eram baratos naqueles dias, e para o propósito de aumentar a qualidade do minério sinterizado. Entretanto, o uso dos finos de minério de ferro é atualmente reduzido devido ao aumento no preço dos finos de minério de ferro e grânulos produzidos com peletizadores tiveram resistência reduzida. Portanto, no caso de usar diretamente os métodos de produção descritos nos Documentos de Patente 1 a 3, partículas granuladas com tamanho pequeno são usadas para a operação; Isto causa má permeabilidade e uma queima irregular. Portanto, melhorias são necessárias.

A presente invenção foi feita para resolver os problemas acima e tem como objetivo fornecer um método de produção de um material para uso na sinterização, o método sendo capaz de produzir eficientemente boas ma-

térias primas mesmo se um disco peletizador for usado para granulação.

Meios para resolver o problema

Para alcançar o objetivo acima, um método de produção de um material para uso em sinterização conforme a presente invenção compreende:

5

fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

misturar o minério de ferro, o material contendo SiO_2 , e o material em pó à base de pedra calcária em um tambor misturador para agitar para produzir partículas granuladas;

fornecer as partículas granuladas a um tambor misturador externo formador de camadas; e

adicionar o material em pó do tipo combustível sólido às partículas granuladas, fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas, a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas, e formando uma camada de material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas durante um tempo de revestimento de 10 segundos a 40 segundos a partir da adição de material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas para descarga do material em pó do tipo combustível sólido a partir do material em pó do tipo combustível sólido.

No método de produção do material para uso na sinterização, é preferível que o tempo de revestimento é ajustado para a faixa de 20 segundos a 40 segundos.

No método de produção do material para uso na sinterização, é mais preferível que o tempo de revestimento esteja na faixa de 20 segundos a 30 segundos.

Um método de produção de um material para uso em sinterização de acordo com a presente invenção compreende:

fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um

30

- material em pó do tipo combustível sólido;
- misturar o minério de ferro e o material contendo SiO_2 em um tambor misturador para agitar para produzir uma mistura de sinter cru;
- granular a mistura de sinter cru com um disco peletizador para
- 5 produzir partículas granuladas;
- fornecer as partículas granuladas a um tambor misturador externo formador de camadas; e
- fornecer o material em pó à base de pedra calcária ao tambor misturador externo formador da camadas e adicionar o material em pó do
- 10 tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas para formar uma camada de material em pó à base de pedra calcária e uma camada do material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas.

- No método de produção do material para uso em sinterização, é
- 15 preferido que o material em pó à base de pedra calcária seja fornecido ao tambor misturador externo formador de camadas a partir do lado de entrada do tambor misturador externo formador de camadas e o material em pó do tipo combustível sólido é adicionado ao tambor misturador externo formador de camadas a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador
 - 20 de camadas. No método de produção do material para uso em sinterização, o material em pó à base de pedra calcária é preferivelmente fornecido ao tambor misturador externo formador de camadas juntamente com as partículas granuladas produzidas com o disco peletizador.

- No método de produção do material para uso na sinterização, o
- 25 material em pó do tipo combustível sólido é preferivelmente adicionado ao tambor misturador externo formador de camadas de forma que a adição de material em pó do tipo de combustível sólido leve um tempo de revestimento de 10 segundos a 40 segundos até o material em pó do tipo combustível sólido adicionado ser descarregado do tambor misturador externo formador
 - 30 de camadas. O tempo de revestimento é preferivelmente 20 segundos a 40 segundos.

No método de produção do material para uso em sinterização, o

material em pó à base de pedra calcária é preferivelmente fornecido ao tambor misturador externo formador de camadas de forma que a adição do material em pó à base de pedra calcária leve um tempo de revestimento de 90 segundos ou menos até o material em pó à base de pedra calcária fornecido ser descarregado do tambor misturador externo formador de camadas e também leva um tempo de revestimento de não menos que o tempo a partir da adição do material em pó do tipo combustível sólido até o tambor misturador externo formador de camadas para a descarga do material em pó do tipo combustível sólido a partir do tambor misturador externo formador de camadas.

Um método de produção de um material para uso em sinterização conforme a presente invenção compreende:

fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

misturar o minério de ferro, o material contendo SiO_2 , e o material em pó à base de pedra calcária em um tambor misturador para agitar para produzir uma mistura de sinter cru;

granular a mistura de sinter cru com um disco peletizador para produzir partículas granuladas;

fornecer as partículas granuladas a um tambor misturador externo formador de camadas;

adicionar o material em pó do tipo combustível sólido às partículas granuladas, fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas, a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas para formar uma camada de material em pó do tipo combustível sólido sobre as partículas granuladas; e

ajustar o tempo de revestimento a partir da adição do material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas até a descarga do material em pó do tipo combustível sólido a partir do tambor misturador externo formador de camadas ser curto com qualquer uma entre uma redução em tamanho, uma redução na resistência à

trituração, e uma redução na resistência das partículas granuladas.

Um método de produção de um material para uso na sinterização conforme a presente invenção compreende:

5 fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, minério ultrafino, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

misturar o minério de ferro, o minério ultrafino, o material contendo SiO_2 , e o material em pó à base de pedra calcária em um tambor misturador para agitar para produzir uma mistura de sinter cru;

10 granular a mistura de sinter cru com um disco peletizador para produzir partículas granuladas;

fornecer as partículas granuladas ao tambor misturador externo formador de camadas; e

15 adicionar o material em pó do tipo combustível sólido às partículas granuladas, fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas, a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas para formar uma camada do material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas durante o tempo de revestimento de 30 segundos a 70 segundos a partir da adição de material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas até a descarga
20 do material em pó do tipo combustível sólido a partir do tambor misturador externo formador de camadas.

No método de produção do material para uso em sinterização, é preferido que o minério ultrafino tenha um tamanho médio de partícula de 1
25 μm a 10 μm e a sua quantidade seja de 10% a 60% em massa da quantidade total de minério de ferro.

~~Um método de produção de um material para uso em sinterização conforme a presente invenção compreende:~~

30 fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, alimentação de péletes, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

misturar o minério de ferro, a alimentação de péletes, o material

contendo SiO_2 , e o material em pó à base de pedra calcária em um tambor misturador para agitar para produzir uma mistura de sinter cru;

granular a mistura de sinter cru com um disco peletizador para produzir partículas granuladas;

- 5 fornecer as partículas granuladas ao tambor misturador externo formador de camadas; e

- adicionar o material em pó do tipo combustível sólido às partículas granuladas, fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas, a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas para formar uma camada de material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas durante o tempo de revestimento de 30 segundos a 90 segundos a partir da adição do material em pó ao tipo combustível sólido até o tambor misturador externo formador de camadas até a descarga do material em pó do tipo combustível do tambor misturador externo formador de camadas.
- 15

No método de produção do material para uso em sinterização, é preferível que a alimentação de péletes contenha 70% de partículas com um tamanho médio de $-75 \mu\text{m}$ e sua quantidade é de 10% a 60% em massa da quantidade total de minério de ferro.

- 20 Nesse método de produção de mistura de sinter, é preferido que o tambor misturador externo formador de camadas tenha um tempo de residência de 120 segundos ou menos, e o seu tempo de residência seja 90 segundos a 120 segundos.

Efeitos vantajosos da invenção

- 25 De acordo com o método de produção de um material para uso em sinterização conforme a presente invenção, um material em pó à base de ~~pedra calcária é ligado às, ou formado nas partículas granuladas produzidas~~ com um disco peletizador e um material em pó do tipo combustível sólido tal como moinha de coque é então ligado a elas ou formado nelas, com o que o
- 30 material em pó do tipo combustível sólido é ligado às camadas mais externas das partículas granuladas produzidas com o disco peletizador. Isto permite que uma queima irregular seja seguramente evitada de ocorrer durante a

sinterização.

O tamanho médio das partículas granuladas pode ser adequadamente ajustado e a sua capacidade de redução pode ser aumentada. Além disso, o rendimento é reduzido e, portanto, a produtividade pode ser aumentada.

Uma granulação ótima pode ser executada dependendo da mistura de matéria prima minério de ferro tais como uma combinação de minérios de ferro brutos, uma combinação de minério de ferro e minério ultra fino, uma combinação de minério de ferro bruto e alimentação de péletes de forma tal que o material em pó do tipo combustível sólido seja adicionado a um tambor misturador externo formador de camadas a partir de seu lado de saída e o tempo de revestimento desde a adição do material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas até a descarga do material em pó do tipo combustível sólido do tambor misturador externo formador de camadas é ajustado para ser curto com qualquer um entre uma redução no tamanho, uma redução na resistência à trituração, e uma redução na resistência das partículas granuladas.

Breve descrição dos desenhos

A figura 1 é uma ilustração de um processo de produção para o qual o método de produção de um material para uso em sinterização conforme uma configuração da presente invenção é aplicado e que usa um disco peletizador.

A figura 2 é uma ilustração de um exemplo de processo de produção no qual um método convencional para produção de material para uso em sinterização é aplicado e que usa um disco peletizador.

A figura 3 é uma ilustração de um método de teste usado em um método de produção de um material para uso em sinterização conforme a presente invenção.

A figura 4 é um gráfico mostrando os resultados dos testes da figura 3.

A figura 5 é uma ilustração de um método de teste usado em um método de produção de um material para uso em sinterização conforme a

presente invenção.

A figura 6 é um gráfico mostrando os resultados dos testes da figura 5.

5 A figura 7 é uma ilustração de um exemplo de um processo convencional para produzir partículas granuladas sem o uso de disco peletizador.

A figura 8 é um gráfico mostrando os resultados dos testes de outra configuração da presente invenção onde, a figura 8(a) é um gráfico mostrando a relação entre o tempo de revestimento da moinha de coque e o tamanho médio das partículas granuladas, a figura 8(b) é um gráfico mostrando a relação entre o tempo de revestimento da moinha de coque e a produtividade, e a figura 8(c) é um gráfico mostrando a relação entre a força de trituração e o tempo de revestimento adequado.

A figura 9 é uma ilustração mostrando partículas granuladas, onde a figura 9(a) é uma vista esquemática de uma partícula granulada que é produzida de tal forma que a alimentação de péletes é usada e o tempo de revestimento da moinha de coque é 90 segundos, e a figura 9(b) é uma vista esquemática de uma partícula granulada que é produzida de tal forma que minério de pisólito, que é minério de ferro bruto, é usado e então o tempo de revestimento de moinha de coque é 90 segundos.

A figura 10 é uma ilustração de um teste de avaliação da capacidade de umedecimento.

A figura 11 é um gráfico característico mostrando a relação entre o tempo usado para avaliar a capacidade de umedecimento e a elevação do nível de água.

Modalidades para execução da invenção

Um método de produção de um material para uso em sinterização conforme uma configuração da presente invenção será descrito agora em relação aos desenhos anexos.

30 A figura 1 é uma ilustração de um processo de produção no qual o método de produção do material para uso em sinterização conforme essa configuração é aplicado e que usa um disco peletizador. Exemplos do pro-

cesso de produção do material para uso em sinterização (processo HPS) usando o disco peletizador incluem aqueles descritos na Japanese Patent n^{os} 2748782 e 2755036.

Em relação à figura 1, materiais de sinterização incluindo minério de ferro, um material contendo SiO₂, um material em pó à base de pedra calcária, e moinha de coque, que é um material em pó do tipo combustível sólido, são preparados. Alimentação P é alimentação de péletes e pó B são finos de mistura. O material sinterizado diferente de moinha de coque que é o material em pó do tipo combustível, ou o material de sinterização diferente de moinha de coque e pedra calcária, que é o material em pó à base de pedra calcária, são fornecidos a um tambor misturador para agitação e são misturados com a água adicionada, com o que é produzido uma mistura de sinter cru.

A mistura de sinter cru é fornecida a um disco peletizador 2 e é granulada com o disco peletizador 2, com o que são produzidas partículas granuladas. As partículas granuladas são fornecidas a um tambor misturador externo formador de camadas 3. No tambor misturador externo formador de camadas 3, as camadas mais externas de pedra calcária e outras camadas de moinha de coque são formadas nas partículas granuladas. A sinterização tendo as camadas externas formadas com o tambor misturador externo formador de camadas 3 é carregada em uma máquina de sinterização Dwight-Lloyd 4, a moinha de coque no material de sinterização é inflamada com um forno de ignição 5 e é então queimada. O tambor misturador externo formador de camadas 3 inclui um alimentador de moinha de coque 6 para alimentar moinha de coque, que é o material em pó do tipo combustível sólido, desde, por exemplo, o lado de saída de um alimentador de moinha de coque 7 para alimentar pedra calcária, que é o material em pó à base de pedra calcária, desde, por exemplo, o lado de entrada. Cada alimentador inclui, por exemplo, um transportador e um bocal de pulverização.

Na máquina de sinterização Dwight-Lloyd 4, após a moinha de coque ser inflamada com o forno de ignição 5, a moinha de coque é queimada de maneira que o ar seja puxado para baixo com um soprador e o mate-

rial sinterizado é transportado em um transportador. O material de sinterização é sinterizado em um bolo sinterizado. O bolo sinterizado é triturado, seguido de peneiração. Minério sinterizado com um tamanho de partícula de, por exemplo, 4 mm ou mais, é fornecido a um alto forno. Finos de retorno diferentes de minério são reciclados em um material cru de sinterização correspondente ao minério de ferro. Além disso, o minério de ferro incluído material de sinterização inclui os finos de retorno conforme descrito aqui.

A figura 2, bem como a figura 1, mostra um método de produção convencional no qual moimha de coque, que é o material em pó do tipo combustível sólido, é alimentada a partir do lado de entrada do tambor misturador externo formador de camadas 3 em um processo de produção do material para uso em sinterização usando o disco peletizador 2. Nesse caso, a pedra calcária, que é o material em pó à base de pedra calcária, é carregada a partir do tambor misturador 1 para agitação.

Os inventores executaram um teste para descobrir um ponto ótimo para adicionar moimha de coque, que é o material em pó do tipo combustível sólido. A figura 3 mostra um método de teste. No tambor misturador externo formador de camadas 3 (também referido como tambor revestidor), o tempo levado para formar camadas de moimha de coque nas camadas de superfície das partículas granuladas foi determinado. O comprimento do tambor misturador externo formador de camadas 3 foi ajustado de forma que o tempo de residência de matérias primas que foram carregadas e então descarregadas foi de 120 segundos ou menos. Isto é, o tambor misturador é um granulador no qual embora a granulação seja executada por rotação, a quebra e a granulação são substancialmente repetidas. Quando o seu tempo de residência é longo, as partículas granuladas são quebradas. Portanto, o seu limite é 120 segundos ou menos e preferivelmente 90 segundos ou menos.

No teste, por exemplo, minério de ferro bruto australiano A (-8mm), minério de ferro bruto sul americano B (-8 mm), minério de ferro B (-1 mm), um pó de pedra de sílica, cal viva, finos de retorno, pedra calcária, moimha de coque foram usados como material de sinterização e foram mistura-

dos a uma razão de peso mostrada na Tabela 1.

Tabela 1

Percentual em peso de cada material (% em peso)

Matérias primas	Misturas
Minério A (-8 mm)	33,2
Minério B (-8 mm)	26,6
Minério B (-1 mm)	6,6
Pó de pedra de sílica	1,6
Cal viva	2,0
Finos de retorno	20
Pedra de calcário	10
Moinha de coque (não incluída)	5,0

- No teste, a seguinte relação foi avaliada: a relação entre o tempo de residência da moinha de coque no tambor misturador externo formador de camadas, e a qualidade do minério sinterizado. O nível de teste foi como segue: um exemplo convencional foi testado usando-se um método no qual o tambor misturador externo formador de camadas 3, que teve um tempo de residência de 90 segundos, foi usado e matérias primas de partículas granuladas e moinha de coque foram carregadas no tambor misturador externo formador de camadas 3 a partir do seu lado de entrada. A relação entre o tempo de residência da moinha de coque no tambor misturador e a produtividade foi testada de maneira tal que a posição de adição da moinha de coque foi mudada. O tempo de residência (tempo de revestimento) da moinha de coque e os tempos tomados em outras etapas de granulação estão mostrados na Tabela 2. a produtividade obtida em cada teste, o tamanho médio das partículas granuladas, e os resultados da capacidade de redução estão mostrados na figura 4.

Tabela 2

	Tempo de mistura do misturador para agitação (s)	Tempo de granulação do disco peletizador (s)	Tambor mist. ext. formador de camadas	
			Tempo de revest. de moinha de coque (s)	Tempo de granulação da matéria prima (s)
Ex. convencional	120	120	90	90
Ex. comparativo 1	120	120	60	90
Exemplo 1	120	120	40	90
Exemplo 2	120	120	30	90
Exemplo 3	120	120	20	90
Exemplo 4	120	120	10	90

Esses resultados mostram que a redução no tempo de residência da moinha de coque melhora a produtividade e uma condição para melhorar a produtividade é que o tempo de residência da moinha de coque, isto é, o seu tempo de revestimento está dentro da faixa de 10 segundos a 40 segundos. O tempo de revestimento está preferivelmente dentro da faixa de 20 segundos a 40 segundos e mais preferivelmente 20 segundos a 30 segundos porque a produtividade sobe substancialmente. Isto é provavelmente porque quando o tempo de residência da moinha de coque é maior que 40 segundos, as porções quebradas e as porções contendo moinha de coque estão presentes nas camadas de superfície das partículas granuladas e a deterioração na performance de queima da moinha de coque inibe a produtividade. Alternativamente, isto é provavelmente porque a moinha de coque é hidrófoba e é inferior em performance de granulação a outros materiais de sinterização e portanto enquanto a moinha de coque é retida no tambor misturador externo formador de camadas juntamente com as partículas granuladas, a moinha de coque é presa entre as partículas granuladas durante a granulação e o rompimento no tambor misturador externo formador de camadas para provocar o rompimento das partículas granuladas e as partículas granuladas são passíveis de ter um tamanho reduzido.

Quando o tempo de residência da moinha de coque, isto é, o

seu tempo de revestimento, é menor que 20 segundos, a moinha de coque não é revestida uniformemente nas partículas granuladas e é queimada irregularmente e a produtividade é levemente reduzida embora o rompimento das partículas granuladas seja suprimido. Quando o tempo de revestimento é menor que 10 segundos, a moinha de coque é revestida irregularmente nas partículas granuladas e a produtividade é significativamente reduzida. Por capacidade de redução, a redução do tempo de revestimento da moinha de coque permite que as partículas granuladas tenham um tamanho aumentado para melhorar a permeabilidade e, portanto, uma grande quantidade de microestrutura de cálcio ferrita com alta capacidade de redução é produzida por sinterização a alta temperatura.

A seguir, a produtividade foi investigada de maneira que o tempo ótimo para revestir as camadas mais externas com moinha de coque foi usado e pedra calcária, que era o material em pó à base de pedra calcária, foi adicionada ao tambor misturador externo formador de camadas 3 com um equipamento de teste mostrado na figura 5; Testes foram executados de forma tal que o tempo de residência da moinha de coque, isto é, o seu tempo de revestimento foi constante, 30 segundos, e o tempo de residência da pedra calcária, isto é, o seu tempo de revestimento, foi variado. O tempo de residência em cada um dos exemplo convencional, exemplos, e exemplos comparativos está mostrado na Tabela 3. A figura 6 mostra os resultados do tempo de sinterização, rendimento, e produtividade em cada teste.

Tabela 3

	Materiais de partida	Tempo de mistura do misturador para agitação (s)	Tempo de granulação do disco peletizador(s)	Tambor misturador externo formador de camadas
Ex. convencional	Diferente de moinha de coque	120	120	Matérias Primas – 90 s Moinha de coque – 90 s
Exemplo 5	Diferente de moinha de coque e pedra calcária	120	120	Matérias primas – 90 s Pedra calcária – 90 s Moinha de coque – 30 s

	Materiais de partida	Tempo de mistura do misturador para agitação (s)	Tempo de granulação do disco peletizador(s)	Tambor misturador externo formador de camadas
Exemplo 6	Diferente de moinha de coque e pedra calcária	120	120	Matérias primas – 90 s Pedra calcária – 60 s Moinha de coque – 30 s
Exemplo 7	Diferente de moinha de coque e pedra calcária	120	120	Matérias primas – 90 s Pedra calcária – 30 s Moinha de coque – 30 s
Ex. comparativo 2	Diferente de moinha de coque e pedra calcária	120	120	Matérias primas – 90 s Pedra calcária – 10 s Moinha de coque – 30 s

Os Documentos de Patente 1 a 3 citados acima descrevem que o tempo de revestimento da moinha de coque ou pedra calcária não afeta a produtividade. Essa configuração, na qual o disco peletizador é usado para granulação, revelou que o tempo de revestimento a pedra calcária precisa ser ajustado para não menos que o tempo de revestimento da moinha de coque. Isto é, no exemplo 5 no qual a pedra calcária é carregada no tambor misturador externo formador de camadas 3 juntamente com partículas granuladas produzidas com o disco peletizador 2, o tempo de sinterização é mais longo que aquele no exemplo convencional e o rendimento e a produtividade são significativamente aumentados conforme mostrado na figura 6. No Exemplo 6 no qual o tempo de revestimento de pedra calcária é 60 segundos, o rendimento é também aumentado e a produtividade sobe. No caso, por exemplo, do Exemplo 7, no qual a pedra calcária e a moinha de coque são adicionadas juntas e essa configuração na qual o disco peletizador é usado para granulação, o rendimento é aumentado com o revestimento de pedra calcária e a produtividade pode ser garantida assim como no exemplo 5 no qual o tempo de revestimento é 90 segundos embora o rendimento seja reduzido porque o estado de revestimento da moinha de coque é levemente deteriorado pela influência da pedra calcária.

No caso de ajustar-se do tempo de revestimento de pedra calcária-

ria para 10 segundos, isto é no caso de ajustar-se o tempo de revestimento de pedra calcária para ser menor que o tempo de revestimento de moinha de coque que é de 30 segundos como no Exemplo Comparativo 2, a queima é irregular, o rendimento tende a reduzir com o aumento no tempo de sinterização, e a produtividade é reduzida próximo daquele do exemplo convencional; então, o efeito do revestimento de pedra calcária não pode ser alcançado. Portanto, o tempo de revestimento da pedra calcária está preferivelmente dentro da faixa de 30 segundos, que é igual ao tempo de revestimento da moinha de coque, a 90 segundos.

Conforme descrito acima, no método de produção de mistura de sinter conforme essa configuração, como um pré-tratamento para um processo para produção de minério sinterizado para altos fornos usando-se a máquina de sinterização Dwight-Lloyd 4, que é do tipo de aspiração descendente, o material de sinterização, que inclui minério de ferro, material contendo SiO_2 , o material em pó à base de pedra calcária, e o material em pó do tipo combustível sólido, são preparados; a mistura de sinter cru é produzido misturando-se minério de ferro, e o material contendo SiO_2 no tambor misturador 1 para agitar exceto o material em pó do tipo combustível sólido; a mistura de sinter cru produzido é conformado em partículas granuladas com o disco peletizador 2; as partículas granuladas são fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas 3; o tempo de revestimento tomado para o material em pó do tipo combustível sólido, que é adicionado ao tambor misturador externo formador de camadas 3 a partir do seu lado de saída, para alcançar a saída do tambor misturador externo formador de camadas 3, é ajustado para a faixa de 10 segundos a 40 segundos; e camadas do material em pó do tipo combustível sólido são anexadas às, ou são formadas nas, porções externas das partículas granuladas durante o tempo de revestimento. Alternativamente o material de sinterização diferente de material em pó à base de pedra calcária e de material em pó do tipo combustível sólido é carregado no tambor misturador 1 para agitação e são misturados ali; a mistura de sinter cru é fornecida ao disco peletizador 2 e é granulado; as partículas granuladas obtidas são fornecidas ao tambor misturador exter-

no formador de camadas 3; o material em pó à base de pedra calcária é aplicado às superfícies das partículas granuladas formadas com o disco peletizador 2 de maneira tal que camadas de material em pó à base de pedra calcária e camadas do material em pó do tipo combustível sólido são anexadas às, ou formadas nas porções externas das partículas granuladas antes que o material em pó do tipo combustível sólido adicionado alcance a saída do tambor misturador externo formador de camadas 3; e o material em pó do tipo combustível sólido, tal como moinha de coque, é ali aplicado, com o que o material em pó do tipo combustível sólido é anexado às camadas mais externas das partículas granuladas para sinterização com o disco peletizador 2. Portanto, uma queima irregular pode ser seguramente evitada de ocorrer durante a sinterização.

Além disso, o material em pó à base de pedra calcária é adicionado ao tambor misturador externo formador de camadas 3 a partir de seu lado de entrada e o material em pó do tipo combustível sólido é adicionado ao tambor misturador externo formador de camadas 3 a partir de seu lado de saída, com o que o material em pó do tipo combustível sólido é seguramente aplicado às camadas mais externas das partículas granuladas para sinterização.

O material em pó à base de pedra calcária é carregado no tambor misturador externo formador de camadas 3 juntamente com as partículas granuladas produzidas pelo disco peletizador 2, com o que é evitada a queima irregular e a produtividade é aumentada.

Além disso, o comprimento do tambor misturador externo formador de camadas 3, que é posicionado após o disco peletizador 2, é ajustado de forma que o tempo de residência das matérias primas carregadas ali seja de 120 segundos ou menos. O material em pó do tipo combustível sólido é adicionado ao tambor misturador externo formador de camadas 3, que é posicionado após o disco peletizador 2, de maneira tal que o tempo de residência seja ajustado para 40 segundos ou menos. Isso permite que o tamanho médio das partículas granuladas seja adequadamente ajustado para aumentar a sua capacidade de redução e também permite que o rendimento

seja reduzido para aumentar a produtividade.

- Na configuração acima, apenas minério de ferro bruto é granulado com o disco peletizador 2 conforme descrito acima. A presente invenção não é limitada a isso. Os casos a seguir foram testados substancialmente da mesma forma que a descrita acima: o caso onde minério ultrafino com um tamanho médio de partícula de 1 μm a 10 μm foi adicionado a dois tipos de minérios de ferro brutos A e B dentro da faixa de 10% a 60% em massa, preferivelmente 10% a 30% em massa, da quantidade total de minério de ferro e o caso em que alimentação de péletes contendo 70% em massa ou mais de minério com um tamanho médio de partícula de $-75 \mu\text{m}$ foi adicionado a dois tipos de minérios de ferro bruto A e B dentro da faixa de 10% a 60% em massa, preferivelmente a 60% em massa, da quantidade total de minério de ferro.

- Nesse teste, os materiais foram misturados a uma razão de peso mostrada na Tabela 4 e as condições de teste foram conforme mostradas na Tabela 5.

Tabela 4

Percentual em peso de cada material (% em peso)

Matérias Primas	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Minério A (-8 mm)	33,2	33,2	29,9	13,3
Minério B (-8 mm)	26,6	26,6	24	10,6
Minério B (-1 mm)	6,6	6,6	5,9	2,6
Alimentação de péletes	0	0	0	39,8
Minério ultra fino (tam. Médio de part. de 10 μm)	0	0	6,6	0
Pó de pedra de sílica	1,6	1,6	1,6	1,6
Cal viva	2,0	2,0	2,0	2,0
Finos de retorno	20	20	20	20
Pedra calcária	10	10	10	10
Moinha de coque (não incluída)	5,0	5,0	5,0	5,0

Tabela 5

	Condições de mistura (% em massa)	Processo	Tempo de mistura no misturador por agitação (s)	Tempo de degloração no disco pelletizador (s)	Tambor misturador externo formador de camadas	
					Tempo de revestimento da moimha de coque(s)	Tempo de granulação da matéria prima(s)
Nº 1	Min, australiano (50%) + min. sulamericano (50%)	Processo HPS	120	120	10,20,30,40,60,70,90	90
Nº 2	Min, australiano (50%) + min. sulamericano (50%)	Processo DL	240	-	10,20,30,40,60,70,90	90
Nº 3	Min, australiano (45%) + min. sulamericano (45%) + min. ultrafino (10%)	Processo HPS	120	120	10,20,30,40,60,70,90	90
Nº 4	Min, australiano (20%) + min. sulamericano (20%) + alim. Depéletes (60%)	Processo HPS	120	120	10,20,30,40,60,70,90	90

Aqui, a Condição de Teste nº 1 é um exemplo no qual 50% de minério de ferro australiano bruto e 50% de minério de ferro sul americano bruto foram misturados conforme descrito no exemplo acima, e um processo HPS mostrado na figura 3 foi usado como processo de granulação. A Condição de Teste nº 2 é um exemplo convencional no qual os mesmos minérios usados na Condição de Teste nº 1 foram usados e um processo DL mostrado na figura 7 foi usado como processo de granulação.

10 A Condição de Teste nº 3 é um exemplo no qual 45% de minério de ferro australiano bruto, 45% de minério de ferro sul americano bruto, e 10% de minério ultrafino com um tamanho médio de partícula de 10 µm foram misturados e o processo HPS mostrado na figura 3 foi usado como pro-

cesso de granulação. A Condição de Teste nº 4 é um exemplo no qual 20% de minério de ferro australiano bruto, 20% de minério de ferro sul americano bruto, e 60% de alimentação de péletes contendo 70% ou mais de minério com um tamanho médio de partícula de $-75\ \mu\text{m}$ foram misturados e o processo HPS mostrado na figura 3 foi usado como processo de granulação.

Resultados de testes obtidos das condições de teste nºs 1 a 4 estão mostrados nas Figs. 8(a) a 8(c). A figura 8(a) é um gráfico mostrando a relação entre o tempo de revestimento da moinha de coque e o tamanho das partículas granuladas, onde o tamanho das partículas granuladas mostrado no lado esquerdo é aplicado às Condições de Teste nºs 1 a 3 e o tamanho médio de partículas granuladas mostrado no lado direito é aplicado à Condição de Teste nº 4. A figura 8(b) é um gráfico mostrando a relação entre o tempo de revestimento de moinha de coque e a produtividade. A figura 8(c) é um gráfico mostrando a relação entre a resistência à trituração (kg/P) e o tempo de revestimento adequando (s).

Conforme mostrado na figura 8 (a), os resultados dos testes indicaram que o tamanho das partículas granuladas produzidas sob as Condições de Teste nº 2, que é o exemplo convencional, é o menor, seguido pelas condições de teste nº 1, nº 3 e nº 4 nessa ordem. Nas Condições de Teste nºs 1 e 3, o tamanho das partículas granuladas aumenta com a redução no tempo de revestimento da moinha de coque quando o tempo de revestimento da moinha de coque for menor que 90 segundos. Para a Condição de Teste nº 4, o tamanho das partículas granuladas é de cerca de duas a três vezes maior que aqueles obtidos sob as condições de teste, não aumentam quando o tempo de revestimento da moinha de coque é menor que 90 segundos, e é substancialmente constante, cerca de 4,5mm.

Como fica claro na figura 8(b), que mostra a relação entre o tempo de revestimento da moinha de coque e a produtividade, a produtividade da Condição de Teste nº 4, na qual o tamanho das partículas granuladas é o maior, picos quando o tempo de revestimento da moinha de coque está dentro da faixa de 30 segundos a 90 segundos e a sua produtividade cai quando o tempo de revestimento da moinha de coque é de mais de 90

segundos PI menos de 30 segundos.

Conforme mostrado na figura 8(b), a produtividade da Condição de Teste nº 3, na qual o tamanho das partículas granuladas é o segundo maior, aumenta quando o tempo de revestimento de moinha de coque está fora da faixa de 30 segundos a 70 segundos e a sua produtividade cai quando o tempo de revestimento da moinha de coque é maior que 70 segundos ou menor que 30 segundos.

Conforme mostrado na figura 8(b), a produtividade da Condição de Teste nº 4, na qual o tamanho das partículas granuladas é o terceiro maior, aumenta quando o tempo de revestimento da moinha de coque está dentro da faixa de 20 segundos a 40 segundos e a sua produtividade cai quando o tempo de revestimento da moinha de coque é maior que 40 segundos ou menor que 20 segundos.

Os resultados acima mostram o tempo máximo que a moinha de coque precisa para ser reduzida com uma redução no tamanho das partículas granuladas.

Para a relação entre a resistência à trituração (kg/P) e o tempo de revestimento adequado (s), conforme mostrado na figura 8(c), na Condição de Teste nº 4, a resistência à trituração é a mais alta e o tempo de revestimento adequado é 90 segundos. Na Condição de Teste nº 3, a resistência à trituração é a segunda mais alta e o tempo de revestimento adequado é 70 segundos. Na condição de teste nº 1, a resistência à trituração é a terceira maior e o tempo de revestimento adequado é de 30 segundos.

Esses resultados de testes mostram que o tempo de revestimento da moinha de coque precisa ser reduzido com uma redução na resistência à trituração.

~~Partículas granuladas de minério de ferro são misturadas com~~
moinha de coque em num misturador e são desenvolvidos com repetida adesão e rompimento conforme descrito acima. Minério de ferro australiano tal como minério de pisólito é mais bruto que a alimentação de péletes e suas partículas granuladas reduziram a resistência. Quando a moinha de coque está presente dentro das partículas granuladas, as partículas granula-

das têm a resistência reduzida porque a moínha de coque é hidrófoba. Portanto, para evitar a entrada de moínha de coque nas partículas granuladas e o rompimento das partículas granuladas, o tempo de revestimento da moínha de coque precisa ser reduzido.

- 5 A resistência σ (N) de partículas granuladas pode ser dada pela equação (1) a seguir:

$$\sigma = 6 \cdot \phi \cdot S \cdot \left\{ (1 - \varepsilon) / \varepsilon \right\} - (\gamma \cos \theta / d) \quad (1)$$

- Onde ϕ é a plenitude (-) de um líquido, S é a área de superfície (m^2) do pó, ε é a porosidade (-) de uma substância granulada, γ é a tensão de superfície (N/m) da água, θ é o ângulo de contato (*), e d é o diâmetro da superfície específica equivalente (m).
- 10

- No caso em que a alimentação de péletes é usada e o tempo de revestimento da moínha de coque é 90 segundos, a seguinte estrutura é formada: uma estrutura de partícula na qual minério de ferro com núcleo centrado 21 é revestido com uma mistura 22 de alimentação de péletes e pedra calcária conforme mostrado esquematicamente na figura 9(a) e moínha de coque hidrófoba 23 é anexada a uma camada externa da mistura 22. Nesse caso, a resistência da partícula granulada σ é como segue: $\sigma = 6,8 \times 10^{-3}$ N.
- 15

- 20 Por outro lado, no caso em que apenas minério de pisólito, que é minério de ferro bruto, é usado e o tempo de revestimento da moínha de coque é 90 segundos, minério de pisólito 24 e moínha de coque hidrófoba 23 estão presentes em torno do núcleo do minério de ferro 21. Nesse caso, a resistência da partícula granulada σ é de uma ordem de grandeza menor do que a obtida usando-se alimentação de péletes e é como segue: $\sigma = 8,4 \times 10^{-4}$ N.
- 25

- Minério de ferro, pedra calcária, e moínha de coque foram avaliados quanto à capacidade de umedecimento a partir da taxa de aumento da água em uma coluna repleta de pó por ação capilar. Nesse teste de avaliação, a elevação do nível de água foi medida de tal maneira que peças de gaze foram anexadas às extremidades inferiores dos tubos de vidro 31 com um diâmetro de 25 ϕ ; cada um entre a moínha de coque a pedra calcária, e
- 30

o minério de ferro foi comprimido em um dos tubos de vidro correspondente 31, e as peças de gaze foram colocadas em um recipiente 32 cheio com água.

O resultado da medição, isto é, a relação entre o tempo $\sqrt{t}$ ($s^{1/2}$) e a elevação (mm) do nível de água é como segue: a elevação do nível de água determinada usando-se cada um entre minério de ferro (um ângulo de contato θ de 45°), e pedra calcária (um ângulo de contato θ de 55°) aumenta em uma proporção aproximada ao tempo $\sqrt{t}$ e à elevação do nível de água determinado usando-se moinha de coque (um ângulo de contato θ de 84°) é cerca de metade daquela determinada usando-se cada um entre minério de ferro e pedra calcária. Isto mostra que a moinha de coque é inferior em capacidade de umedecimento ao minério de ferro e à pedra calcária. Portanto, a entrada de moinha de coque nas pseudopartículas provoca a redução na resistência das pseudopartículas, resultando em uma redução no tamanho das partículas granuladas.

A equação de Hagen-Poiseuille é usada para avaliar a capacidade de umedecimento e é como segue:

$$H = \sqrt{\{(\phi d \gamma \cos \theta / 2 \eta) t\}}$$

em que H é a elevação (m) do nível da água, t é o tempo (s), θ é o ângulo de contato (*), η é a viscosidade ($N.s/m^2$) da água, γ é a tensão de superfície (N/m), d é o tamanho de partícula (m), ϕ é o fator de forma (-).

Assim, para aumentar o tamanho das partículas granuladas para garantir a resistência das partículas granuladas, é preciso evitar que a moinha de coque entre as partículas granuladas. Quando a resistência das partículas granuladas feitas apenas de minério de ferro bruto é menor que a resistência das partículas granuladas que é aumentada pela mistura de minério de ferro bruto com pó ultrafino de alimentação de péletes, o tempo de revestimento de moinha de coque precisa ser reduzido. O tempo de revestimento de moinha de coque é ajustado para ser curto com uma redução na resistência das partículas granuladas.

Numerais de referência

O numeral de referência 1 é um tambor misturador para agita-

ção, o numeral de referência 2 é um disco peletizador, o numeral de referência 3 é um tambor misturador externo formador de camadas, o numeral de referência 4 é uma máquina de sinterização Dwight-Lloyd, o numeral de referência 5 é um forno de ignição, o numeral de referência 6 é um alimentador de moinha de coque, e o numeral de referência 7 é um alimentador de pedra calcária.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de produção de um material para uso em sinterização, compreendendo:

5 fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

misturar o minério de ferro, o material contendo SiO_2 , e o material em pó à base de pedra calcária em um tambor misturador para agitar para produzir uma mistura de sinter cru;

10 granular a mistura de sinter cru com um disco peletizador para produzir partículas granuladas;

fornecer as partículas granuladas a um tambor misturador externo formador de camadas; e

15 adicionar o material do tipo combustível sólido às partículas granuladas, fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas, a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas, e formar uma camada de material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas durante um tempo de revestimento de 10 segundos a 40 segundos a partir da adição do material em pó do tipo combustível sólido até
20 o tambor misturador externo formador de camadas para descarregar o material em pó do tipo combustível sólido a partir do tambor misturador externo formador de camadas.

2. Método de produção de acordo com a reivindicação 1, em que o tempo de revestimento é 20 segundos a 40 segundos.

25 3. Método de produção de acordo com a reivindicação 2, em que o tempo de revestimento é de 20 segundos a 30 segundos.

~~4. Método de produção de um material para uso em sinterização compreendendo:~~

30 fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

misturar o minério de ferro e o material contendo SiO_2 em um

tambor misturador para agitar para produzir uma mistura de sínter cru;
granular a mistura de sínter cru com um disco peletizador para
produzir partículas granuladas;

5 fornecer as partículas granuladas a um tambor misturador externo formador de camadas; e

fornecer o material em pó à base de pedra calcária ao tambor misturador externo formador de camadas, e adicionar o material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas após fornecer o material em pó à base de pedra calcária para formar uma
10 camada de material em pó à base de pedra calcária e uma camada de material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas.

5. Método de produção de acordo com a reivindicação 4, em que o fornecimento do material em pó à base de pedra calcária compreende fornecer o material em pó à base de pedra calcária ao tambor misturador externo formador de camadas a partir do lado de entrada do tambor misturador externo formador de camadas; e
15

a adição do material em pó do tipo combustível sólido compreende adicionar o material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas.
20

6. Método de produção de acordo com a reivindicação 4, em que o fornecimento de material em pó à base de pedra calcária compreende fornecer o material em pó à base de pedra calcária ao tambor misturador externo formador de camadas juntamente com as partículas granuladas produzidas com o disco peletizador.
25

7. Método de produção de acordo com a reivindicação 4, em que a adição de material em pó do tipo combustível sólido compreende adicionar o material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas de forma que a adição do material em pó do tipo combustível sólido e o tempo de revestimento de 10 segundos a 40 segundos até o material em pó do tipo combustível sólido ser descarregado do tambor misturador externo formador de camadas.
30

8. Método de produção de acordo com a reivindicação 7, em que o tempo de revestimento é 20 segundos a 40 segundos.

9. Método de produção de acordo com a reivindicação 4, em que o fornecimento do material em pó à base de pedra calcária compreende o fornecer o material em pó à base de pedra calcária ao tambor misturador externo formador de camadas de forma que a adição do material em pó à base de pedra calcária leve um tempo de revestimento de 90 segundos ou menos até o material em pó à base de pedra fornecido ser descarregado do tambor misturador externo formador de camadas e também leva um tempo de revestimento de não menos que o tempo desde a adição do material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas até a descarga do material em pó do tipo combustível sólido do tambor misturador externo formador de camadas.

10. Método de produção de um material para uso em sinterização, compreendendo:

fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, um material contendo SiO_2 , um matéria em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

misturar o minério de ferro, o material contendo SiO_2 , e o material em pó à base de pedra calcária em um tambor misturador para agitar para produzir uma mistura de sinter cru;

granular a mistura de sinter cru com um disco peletizador para produzir partículas granuladas;

fornecer as partículas granuladas a um tambor misturador externo formador de camadas;

adicionar o material em pó do tipo combustível sólido às partículas granuladas, fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas, a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas para formar uma camada do material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas; e

ajustar o tempo de revestimento a partir da adição de um material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador

de camadas até a descarga do material em pó do tipo combustível sólido do tambor misturador externo formador de camadas para ser curto com qualquer uma entre a redução d tamanho, a redução da resistência à trituração, e a redução da resistência das partículas granuladas.

5 11. Método de produção de um material para uso em sinterização, compreendendo:

 fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, minério ultrafino, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

10 misturar o minério de ferro, o minério ultrafino, o material contendo SiO_2 , e o material em pó à base de pedra calcária em um tambor misturador para agitar para produzir uma mistura de sínter cru;

 granular a mistura de sínter cru com um disco peletizador para produzir partículas granuladas;

15 fornecer as partículas granuladas a um tambor misturador externo formador de camadas; e

 adicionar o material em pó do tipo combustível sólido às partículas granuladas, fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas, a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas para formar uma camada de material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas durante o tempo de revestimento de 30 segundos a 70 segundos a partir da adição do material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas até a descarga do material em pó do tipo combustível sólido do tambor misturador externo
25 formador de camadas.

 12. Método de produção de acordo com a reivindicação 11, em
- - - - - ~~que o minério ultrafino tem um tamanho médio de partícula de 1 μm a 10 μm~~ - - - - -
e a sua quantidade é 10% a 60% em massa da quantidade total de minério de ferro.

30 13. Método de produção de um material para uso em sinterização, compreendendo:

 fornecer material de sinterização incluindo minério de ferro, ali-

mentação de péletes, um material contendo SiO_2 , um material em pó à base de pedra calcária, e um material em pó do tipo combustível sólido;

5 misturar o minério de ferro, a alimentação de péletes, o material contendo SiO_2 , e o material em pó à base de pedra calcária em um tambor misturador para agitar e produzir uma mistura de sinter cru;

granular a mistura de sinter cru com um disco peletizador para produzir partículas granuladas;

fornecer as partículas granuladas a um tambor misturador externo formador de camadas; e

10 adicionar o material em pó do tipo combustível sólido às partículas granuladas, fornecidas ao tambor misturador externo formador de camadas, a partir do lado de saída do tambor misturador externo formador de camadas para formar uma camada de material em pó do tipo combustível sólido nas partículas granuladas durante o tempo de revestimento de 30 segundos a 90 segundos a partir da adição do material em pó do tipo combustível sólido ao tambor misturador externo formador de camadas até a descarga do material em pó do tipo combustível sólido do tambor misturador externo formador de camadas.

14. Método de produção de acordo com a reivindicação 13, em que a alimentação de péletes contém 70% das partículas com um tamanho médio de $-75\ \mu\text{m}$ e a sua quantidade é 10% a 60% em massa da quantidade total de minério de ferro.

15. Método de produção de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, em que o tambor misturador externo formador de camadas tem um tempo de residência de 120 segundos ou menos.

16. Método de produção de acordo com a reivindicação 15, em que o seu tempo de residência é 90 segundos a 120 segundos.

FIG. 1

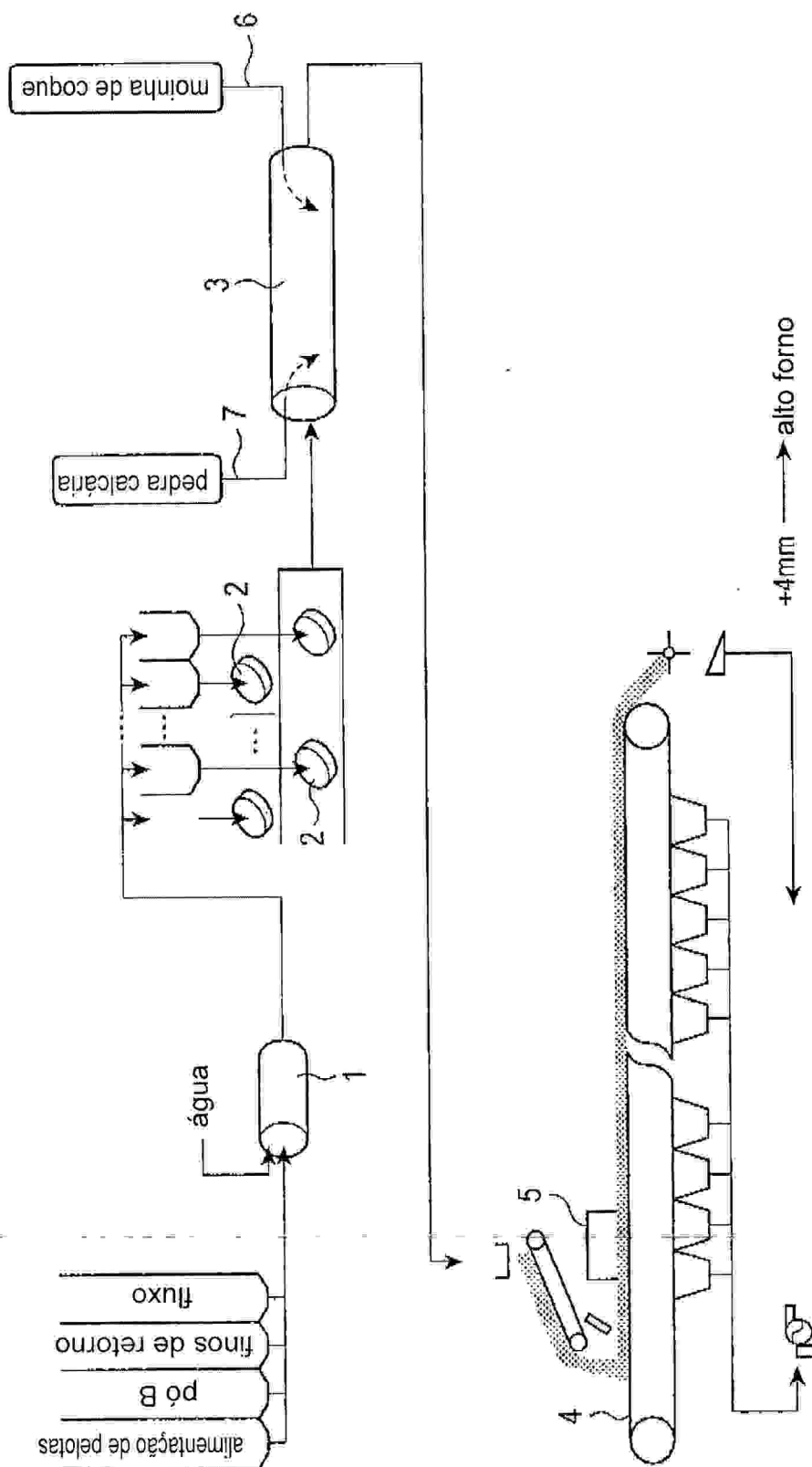


FIG. 2

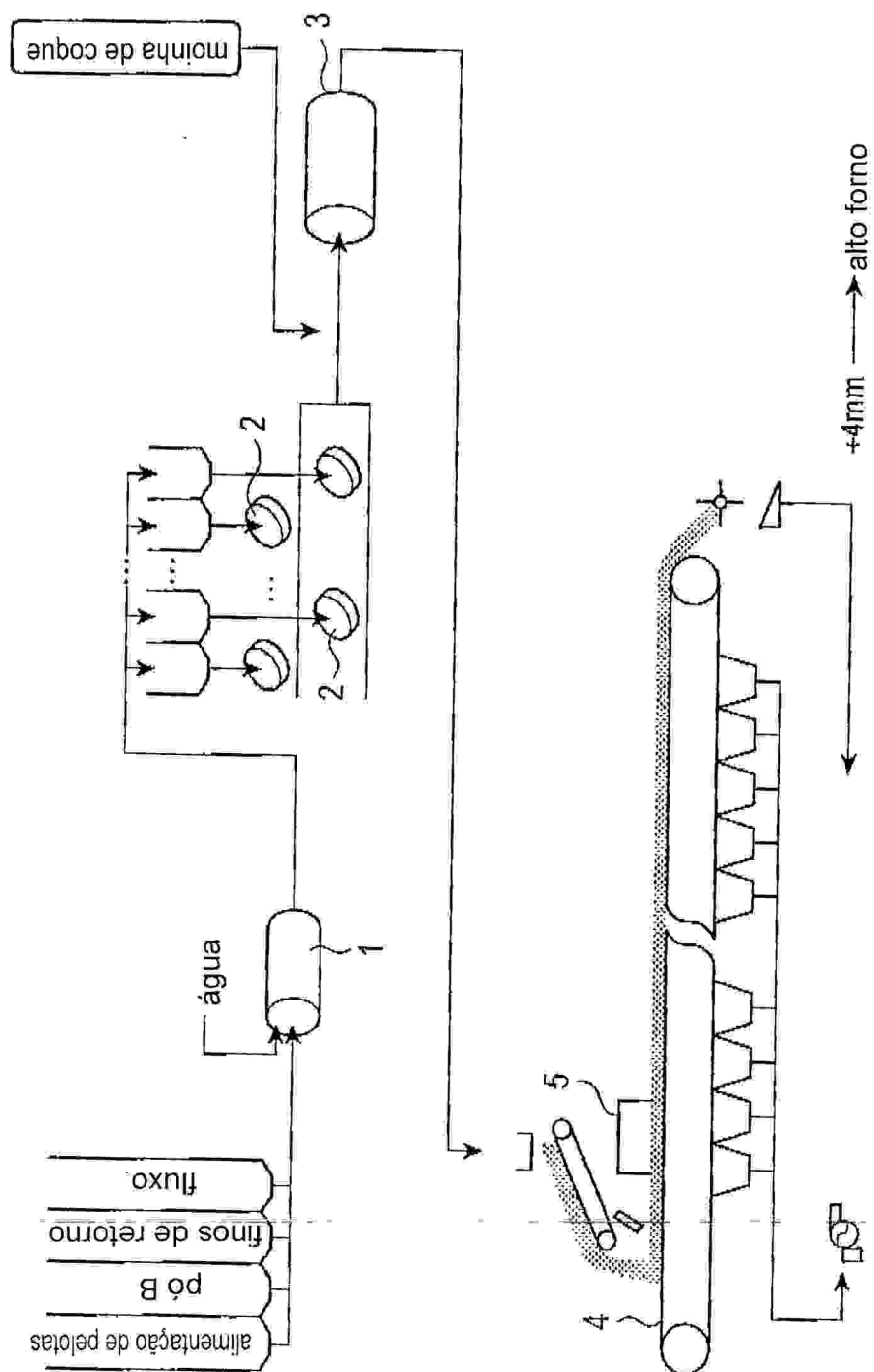


FIG. 3

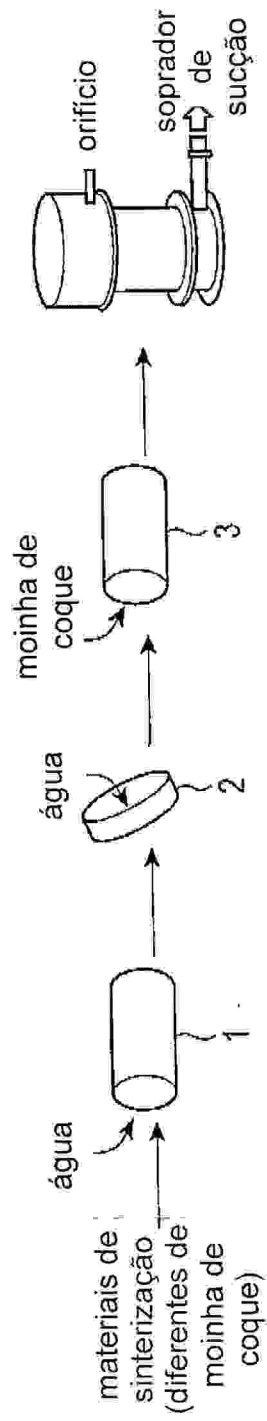


FIG. 4

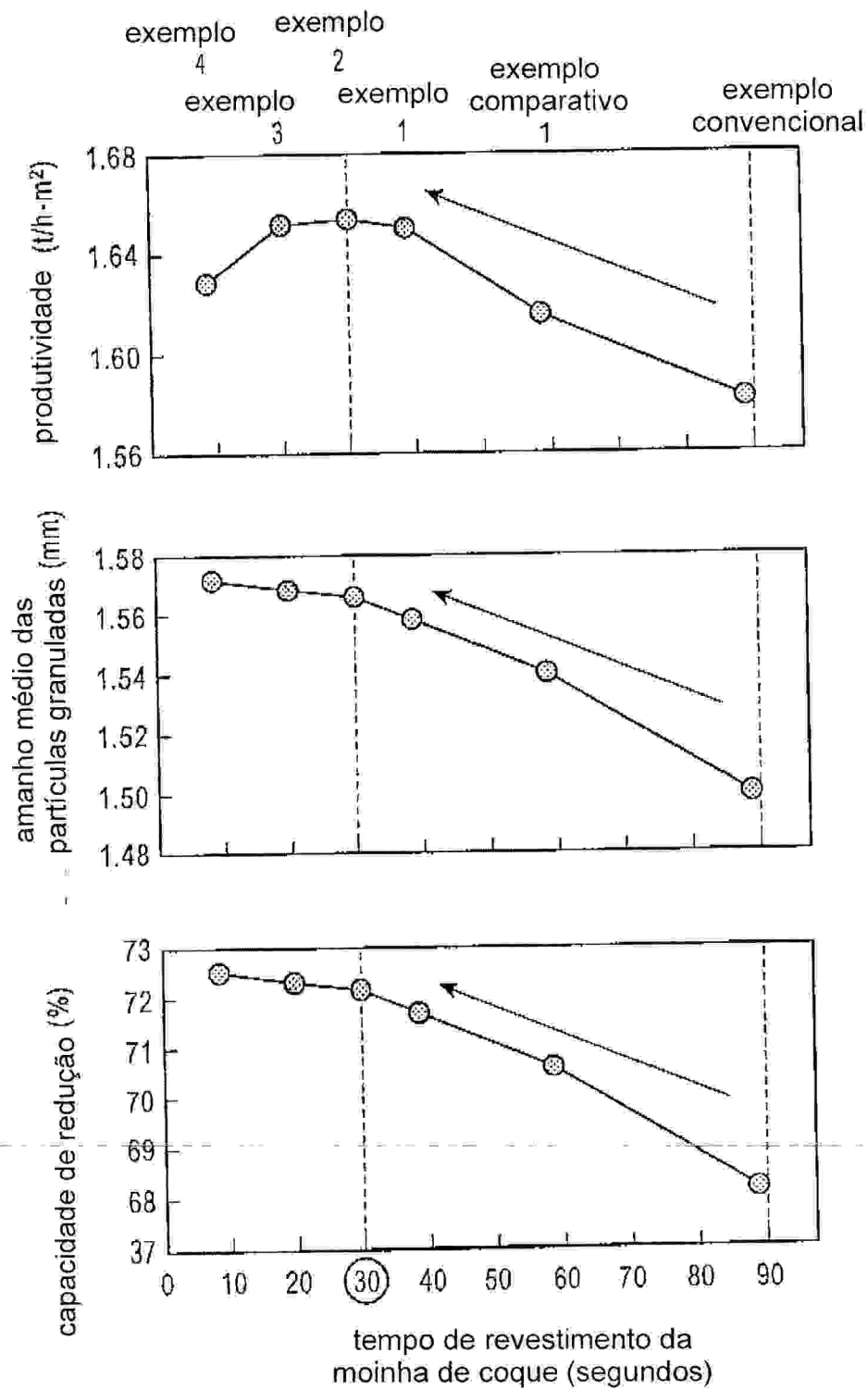


FIG. 5

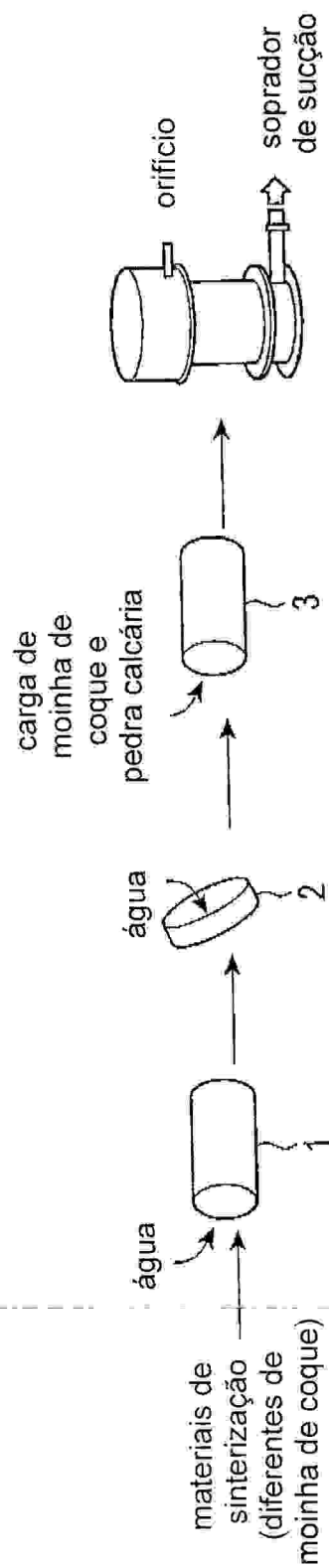


FIG. 6

tempo de revestimento da moinha de coque de 30 segundos

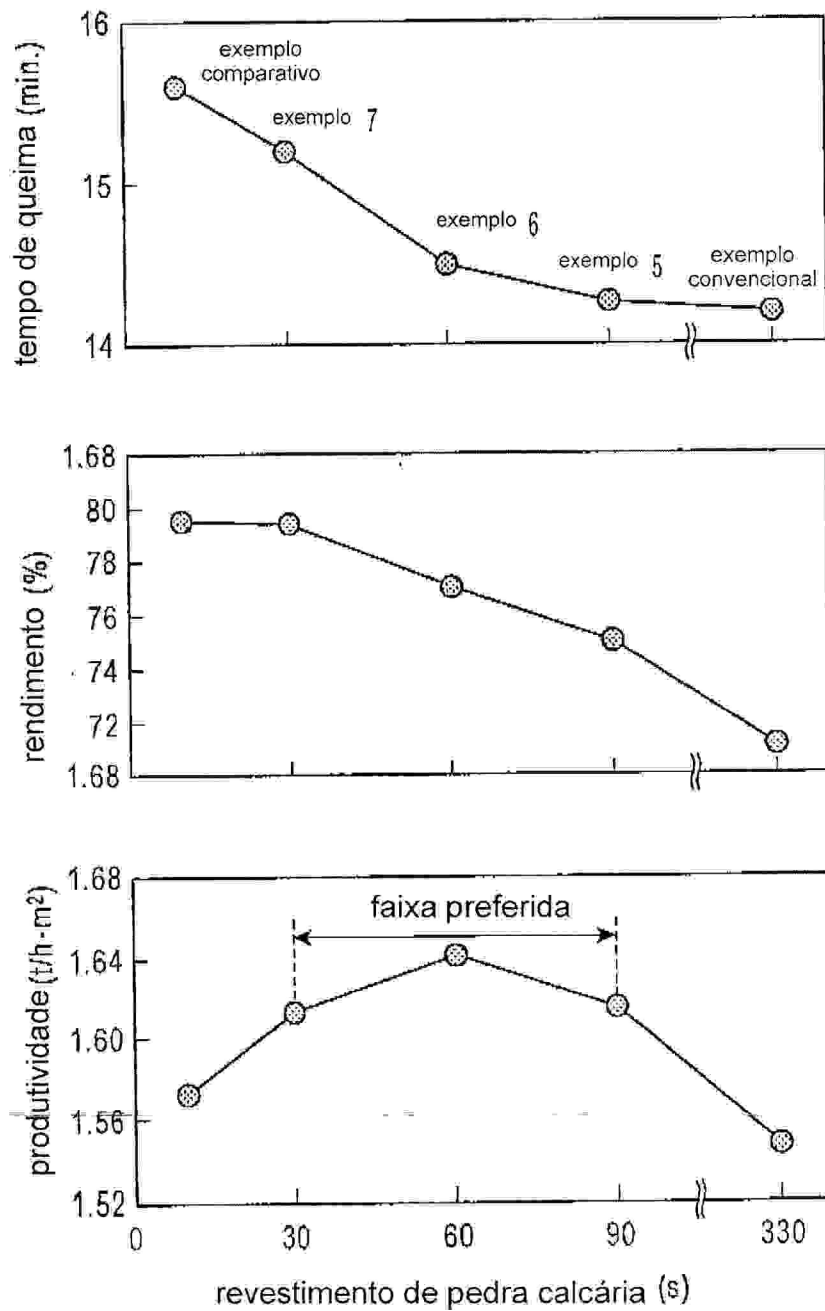


FIG. 7

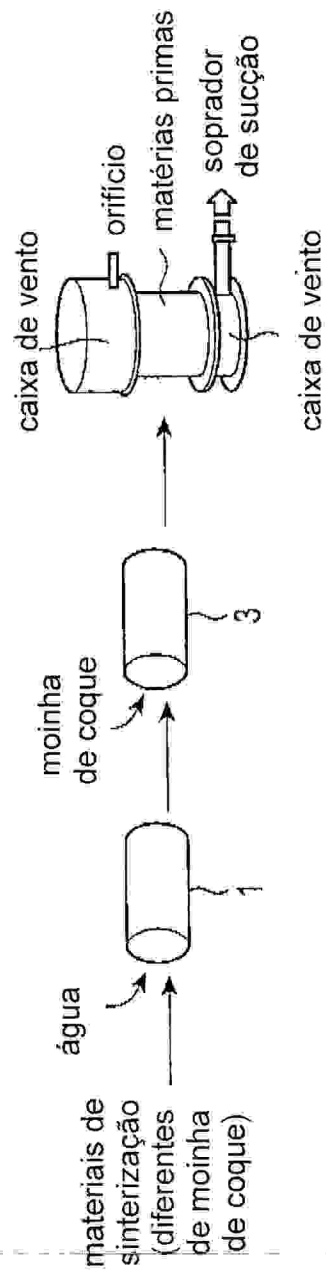


FIG. 8

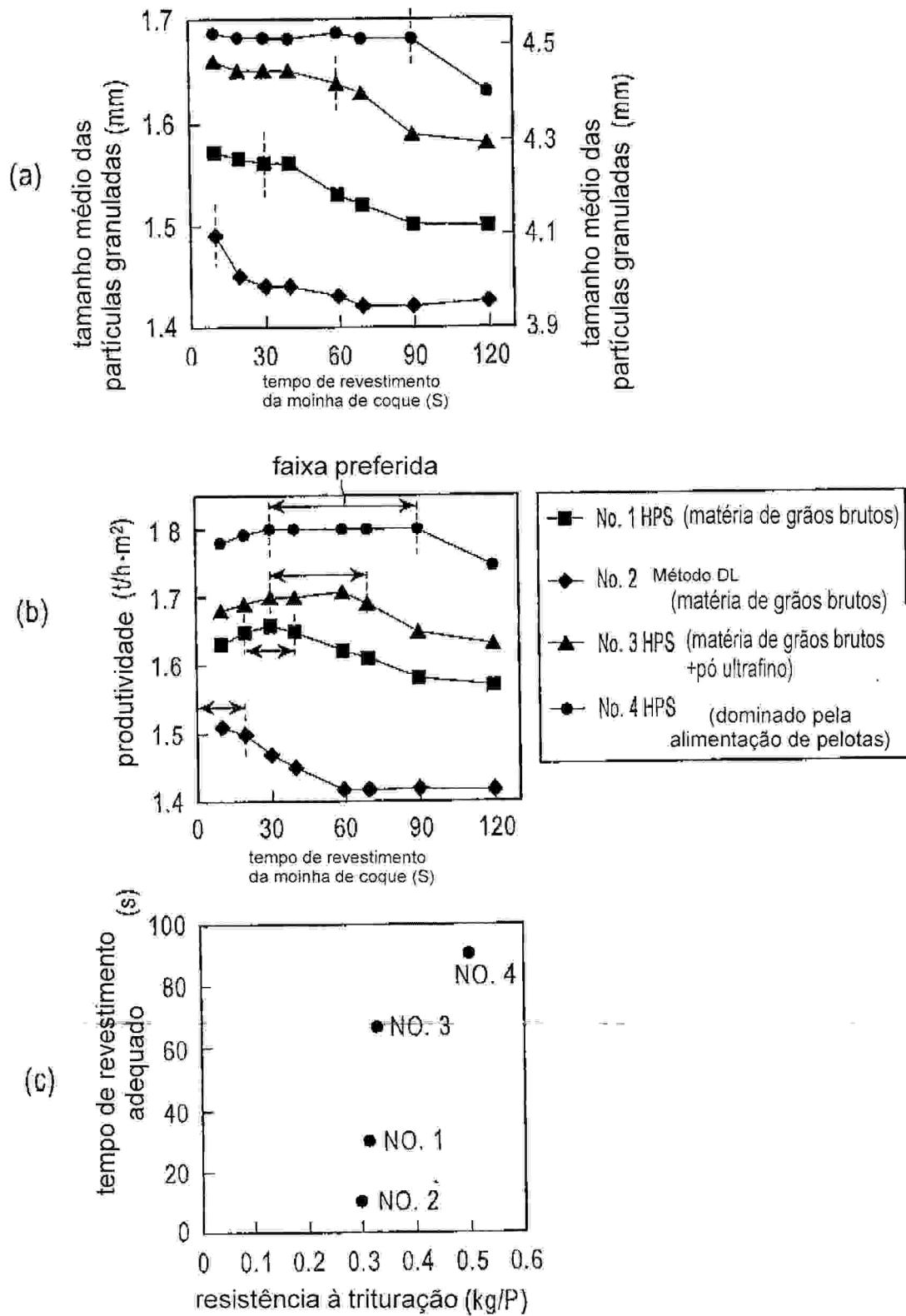


FIG. 9

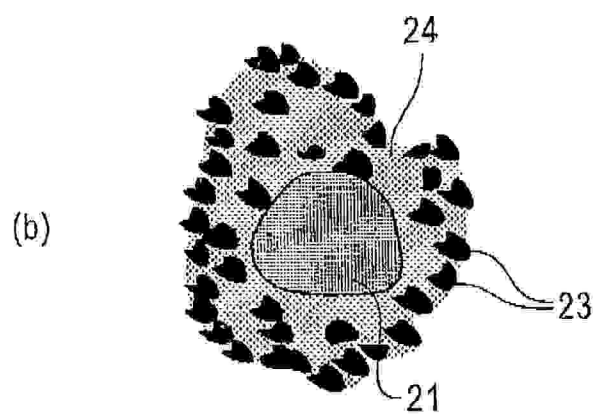
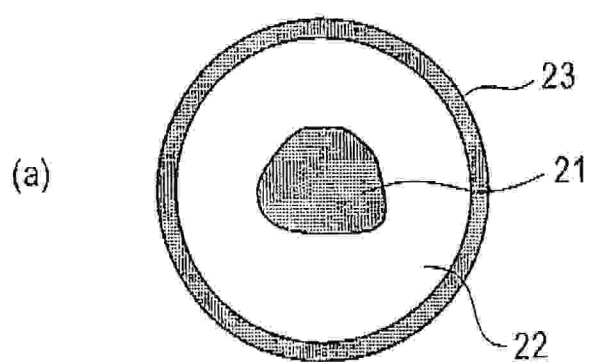


FIG. 10

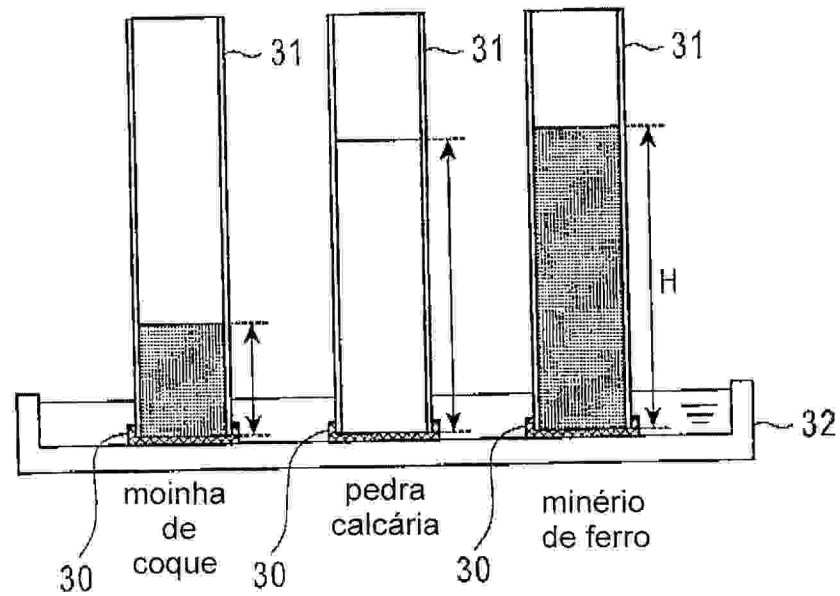
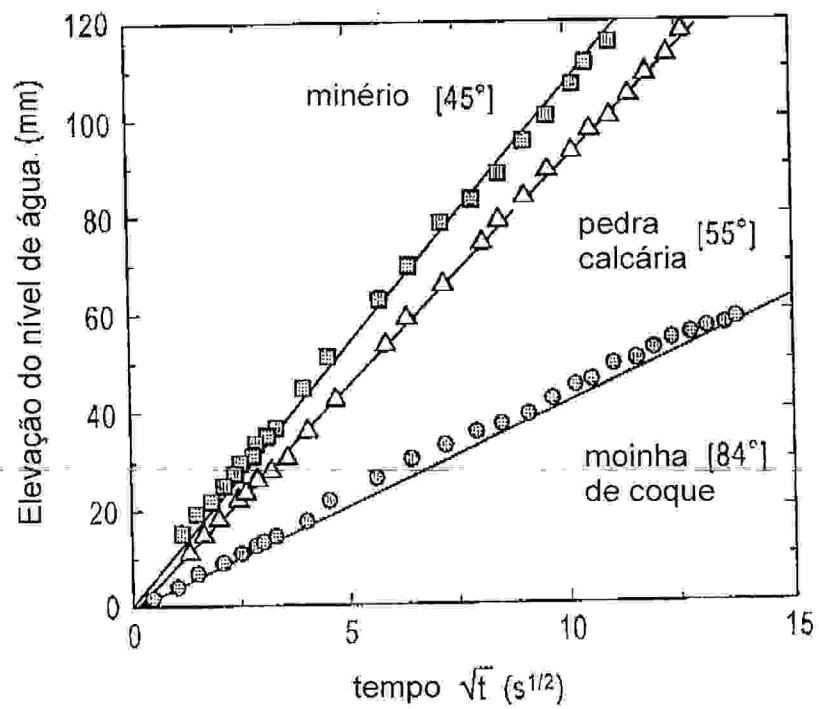


FIG. 11



RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA PRODUZIR MATERIAL PARA USO EM SINTERIZAÇÃO"**.

A presente invenção refere-se a um método de produção de um material para uso em sinterização, o método sendo capaz de produzir eficientemente boas matérias primas mesmo no caso de se usar um disco peletizador para granulação. Um material de sinterização diferente de um material em pó à base de pedra calcária e material em pó do tipo combustível sólido, que estão incluídos no material de sinterização, são carregados em um tambor misturador 1 para agitação e então são misturados; a mistura de sinter cru é fornecido ao disco peletizador 2 e é então granulado; partículas granuladas obtidas por granulação são fornecidas a um tambor misturador externo formador de camadas 3 juntamente com o material em pó à base de pedra calcária; o material em pó do tipo combustível sólido é adicionado ao tambor misturador externo formador de camadas 3; e camadas de material em pó à base de pedra calcária e camadas do material em pó do tipo combustível sólido são anexadas às, ou formadas nas, porções externas das partículas granuladas antes do material em pó do tipo combustível sólido alcançar a saída do tambor misturador externo formador de camadas 3, com o que o material em pó do tipo combustível sólido é anexado às camadas mais externas das partículas granuladas, produzidas com o disco peletizador 2, para sinterização. Isto permite que uma queima irregular seja seguramente evitada de ocorrer durante a sinterização.