



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102018077231-7

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102018077231-7

(22) Data do Depósito: 27/12/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 19/02/2019

(51) Classificação Internacional: B65G 69/20; F27D 15/02.

(54) Título: DISPOSITIVO E PROCESSO PARA INIBIÇÃO DA EMISSÃO DE PARTICULADOS ATRAVÉS DO RESFRIAMENTO DE PRODUTOS QUENTES DESLOCÁVEIS POR MEIO DE UM TRANSPORTADOR

(73) Titular: VALE S.A., Pessoa Jurídica. CGC/CPF: 33592510000154. Endereço: TORRE OSCAR NIEMEYER - PRAIA DE BOTAFOGO, Nº 186, SALA 701 A SALA 1901 - BOTAFOGO, RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL(BR), 22250-145, Brasileira

(72) Inventor: LUCÍLIO BERTOLDI RIBEIRO; FRANCISCO MAGALHÃES FAZOLLO.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 27/12/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 10/03/2020

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

“DISPOSITIVO E PROCESSO PARA INIBIÇÃO DA EMISSÃO DE PARTICULADOS ATRAVÉS DO RESFRIAMENTO DE PRODUTOS QUENTES DESLOCÁVEIS POR MEIO DE UM TRANSPORTADOR”

CAMPO TÉCNICO

[0001] A presente invenção está relacionada ao campo de tratamento de aglomerados de minério de ferro. Mais especificamente, a presente invenção trata de um dispositivo e um processo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

[0002] A utilização de processos de aglomeração de minério de ferro, em especial de pelletização, tem se intensificado nos últimos anos. O processo de pelletização aproveita os minérios finos e ultrafinos, que não são adequados para uso direto em altos-fornos e fornos elétricos de redução direta, aglomerando-os em esferas de diâmetro médio, geralmente na faixa de 8 a 18 mm, com propriedades químicas, físicas e metalúrgicas adequadas para uso na siderurgia.

[0003] O processo de pelletização, de modo a garantir à pelota resistência à compressão, apresenta uma fase de queima, sinterizando os minérios, aglomerantes e fundentes. Nessa fase, as pelotas atingem temperaturas superiores a 1.300 °C. Ainda nas plantas de pelletização, parte desse calor é recuperado nas fases de resfriamento. Entretanto, uma vez que nem todo o calor é recuperado, são comumente observadas temperaturas das pelotas próximas a 200 °C na saída das usinas.

[0004] Etapas posteriores de resfriamento utilizando água e a aplicação de inibidores de emissão de particulados são usualmente empregadas para a minimização das emissões de tais particulados.

[0005] Além disso, a aspersão de água sobre pilhas de minério e aglomerados para controle de emissão de particulados e para umidificação das

pelotas queimadas também é amplamente difundida em situações em que o armazenamento desses produtos é realizado em pátios a céu aberto.

[0006] Nesse sentido, os documentos WO2004074521 (A2), CN204959004 (U), US2003019548 (A1) e JPS60251232 (A) apresentam processos para resfriamento de produtos deslocáveis convencionalmente empregados no estado da técnica.

[0007] O documento WO2004074521 (A2) revela um transportador de material quente, por exemplo pelotas, consistindo em um meio de transporte que ao menos em parte de sua projeção longitudinal está recoberto por um alojamento e que está acoplado em uma alimentação de material, sendo que no alojamento que encobre o meio de transporte estão previstos dispositivos de admissão para aplicação de água sobre o material quente posicionado no meio de transporte, em que os dispositivos de admissão estão dispostos exclusivamente em um segmento do meio de transporte previsto distanciado da alimentação de material na direção de transporte, sendo acoplado na alimentação de material um dispositivo de aspiração para aspiração do vapor d'água gerado pela alimentação de água. É revelado que o posicionamento dos dispositivos de admissão de modo distanciado da alimentação de material objetiva evitar elevados gradientes de temperatura no material quente resfriado superficialmente, evitando assim a formação de trincas nesses materiais. No entanto, esse documento não explicita o resfriamento das camadas inferiores de material e da região lateral do meio de transporte, nem a utilização de vazões de água variáveis em relação à posição dos dispositivos de admissão.

[0008] O documento CN204959004 (U) revela um dispositivo de resfriamento rápido de materiais de minério de ferro em alta temperatura, como pelotas, compreendendo um dispositivo de fornecimento de água de resfriamento, um dispositivo de atomização de água e um dispositivo para esguicho de água. A água é lançada uniformemente sobre o material na direção

de transporte, realizando um resfriamento predominantemente superficial. Tal dispositivo de esguicho é instalado acima de uma correia transportadora, paralelo ao seu centro, na direção de sentido do movimento, e inclui um tubo de distribuição e uma pluralidade de esguichos compreendendo bicos de pato. Entretanto, este documento não revela que a vazão de água dos esguichos varia em relação à posição de cada um desses esguichos e nem explicita o lançamento de água na região lateral do transportador.

[0009] O documento US2003019548 (A1) revela um método para resfriamento de briquetes de ferro reduzidos a quente que inclui uma etapa de arrefecimento primário dos briquetes de ferro reduzidos a quente por vapor a uma taxa de arrefecimento de 4,0 °C/s ou menos, uma etapa de arrefecimento secundário dos briquetes de ferro reduzidos com vapor e água pulverizada a uma taxa de arrefecimento 4,0 °C/s ou menos e uma etapa de arrefecimento final de arrefecimento dos briquetes de ferro reduzidos com água pulverizada a uma taxa de arrefecimento de 3,5 °C/s ou mais a uma temperatura em um intervalo de temperatura do produto final. O vapor gerado pela evaporação da água pulverizada durante a etapa de resfriamento final é usado na etapa de resfriamento primário e/ou secundário. Ressalta-se que o resfriamento revelado por este documento ocorre através das camadas superficiais de briquetes de ferro e que a água é lançada na direção de transporte. Esse tipo de material, em geral, possui granulometria entre 25 e 50 mm, o que é substancialmente maior que a granulometria típica de pelotas (entre 8 e 18 mm). Além disso, como o briquete de ferro é tradicionalmente prensado, ele tem uma porosidade usualmente inferior à porosidade da pelota, retendo assim menos água e permitindo que a água chegue às camadas de fundo mais facilmente.

[00010] O documento JPS60251232 (A) revela um dispositivo para resfriar uma correia que transporta minério sinterizado compreendendo uma pluralidade de esguichos de pulverização possuindo bicos de pato sendo

localizados da correia transportadora e sendo acionados após uma medição da temperatura do minério sinterizado. Os esguichos de pulverização são dispostos transversalmente à direção de sentido da correia, arranjados de forma a cobrir toda a superfície da correia transportadora. O dispositivo revelado por este documento está posicionado no retorno da correia e tem como objetivos a limpeza e manutenção da correia. Esse documento não revela o resfriamento e/ou a umectação da carga de material transportada pela correia. Além disso, este documento não revela a utilização de vazão de água variáveis em relação à posição de cada um desses esguichos e nem explicita o lançamento de água na região lateral da correia.

[00011] Dessa forma, surge a necessidade de um dispositivo e de um processo para o resfriamento de produtos quentes, como pelotas e outros aglomerados, que permita umidificar e resfriar eficientemente todas as camadas de produto dispostas sobre um transportador, de modo a minimizar as emissões de particulados para controle ambiental.

OBJETIVO DA INVENÇÃO

[00012] O objetivo da presente invenção é prover um dispositivo e um processo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador que possibilitam umidificar e resfriar todas as camadas de produtos dispostas sobre o transportador de maneira eficiente, minimizando as emissões de particulados e reduzindo o consumo de água utilizada no processo.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

[00013] A presente invenção revela um dispositivo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador compreendendo uma primeira pluralidade de elementos tubulares configurados para lançar uma primeira dosagem de água sobre os produtos, uma segunda pluralidade de elementos tubulares configurados para lançar uma segunda dosagem de água sobre os

produtos e em que a primeira dosagem lançada pela primeira pluralidade de elementos tubulares é maior que a segunda dosagem lançada pela segunda pluralidade de elementos tubulares.

[00014] A presente invenção também revela um processo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[00015] As figuras são sumariamente descritas conforme mostrado a seguir:

Figura 1 – vistas de um dispositivo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador: (a) vista esquemática em perspectiva do dispositivo montado acima de um transportador; (b) fotografia do dispositivo lançando água sobre um transportador; (c) vista esquemática frontal do dispositivo;

Figura 2 – gráfico dos resultados de eficiência da água na inibição de emissão de particulados em relação ao teor de umidade dos produtos quentes;

Figura 3 – gráficos dos resultados de umidade final em diversas profundidades de material quente em função da temperatura inicial dos produtos quentes e da quantidade de água dosada através de um processo de resfriamento com lançamento de água exclusivamente superficial;

Figura 4 – gráfico dos resultados de eficiência na contenção de particulados pelos processos convencionais empregados no estado da técnica (aplicação de água superficial) e com o uso do dispositivo (manifold) para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador (aplicação de água nas laterais e na superfície);

Figura 5 – gráfico de uma série temporal de valores de

concentração de particulados.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[00016] A presente invenção refere-se a um dispositivo (manifold) e a um processo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador.

[00017] O dispositivo da presente invenção é dotado de elementos tubulares que lançam água sobre os produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador, umidificando eficientemente todas as camadas de produto quente dispostas sobre o transportador para prover um controle ambiental de emissões de particulados com quantidades de água inferiores às demandadas pelos sistemas convencionais com aplicação de água pela superfície.

[00018] Para tal, no dispositivo da presente invenção, a vazão de água lançada pelos elementos tubulares varia ao longo de uma seção transversal do transportador em função da altura de leito de produto quente sobre o transportador.

[00019] As Figuras 1(a), (b) e (c) ilustram a concretização preferencial do dispositivo da presente invenção em que um dispositivo 1 para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador 5 compreende uma primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b configurados para lançar uma primeira dosagem de água sobre os produtos quentes, uma segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14 configurados para lançar uma segunda dosagem de água sobre os produtos quentes ou sobre as regiões laterais do transportador 5.

[00020] De modo a alcançar uma umidificação eficiente com baixo consumo de água nas diversas camadas de produto quente dispostas sobre o transportador 5, o dispositivo 1 é configurado para que a primeira dosagem lançada pela primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b seja maior que a segunda dosagem lançada pela segunda pluralidade de elementos

tubulares 12, 14.

[00021] A primeira e a segunda dosagens podem ser determinadas através do dimensionamento dos elementos tubulares 10a, 10b, 12, 14. Adicionalmente, cada elemento tubular da primeira e da segunda pluralidades 10a, 10b, 12, 14 pode compreender uma válvula 18 para prover um ajuste fino da vazão de água lançada por cada um desses elementos tubulares 10a, 10b, 12, 14.

[00022] A primeira pluralidade de elementos tubulares pode compreender dois a quatro elementos tubulares 10a, 10b. A primeira pluralidade de elementos tubulares preferencialmente compreende três elementos tubulares 10a, 10b.

[00023] Além disso, a primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b pode ser configurada para lançar a primeira dosagem de água sobre uma região central do transportador 5, no sentido do fluxo do produto deslocável ou, preferencialmente, em sentido contrário ao sentido de fluxo dos produtos quentes, provendo uma maior eficiência de resfriamento. Para tal, a primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b pode ser disposta em uma região central do dispositivo 1 e cada elemento tubular da primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b pode compreender um bico de pato 20.

[00024] Além disso, a segunda pluralidade de elementos tubulares pode compreender dois a quatro elementos tubulares 12, 14 e, preferencialmente, compreende dois elementos tubulares 12, 14. A segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14 é ainda configurada para lançar a segunda dosagem de água sobre as regiões laterais do transportador 5.

[00025] A segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14 do dispositivo 1 pode compreender um elemento tubular 12 disposto em uma primeira extremidade lateral do dispositivo 1 e um outro elemento tubular 14 disposto em uma segunda extremidade lateral do dispositivo 1. De modo a resfriar as regiões laterais do transportador 5 e as camadas de produto quente

presentes no fundo do transportador 5, os elementos tubulares da segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14 lançam as dosagens de água sobre as respectivas regiões laterais do transportador 5. Preferencialmente, há uma distribuição regular de produtos quentes sobre o transportador 5 e as dosagens de água lançadas pelos elementos tubulares da segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14 são iguais. Entretanto, as dosagens de água podem ser reguladas por meio de ajustes em cada um dos elementos tubulares 10a, 10b, 12, 14 ou em cada uma das válvulas 18 para, por exemplo, tratar distribuições irregulares de produtos quentes dispostos sobre o transportador 5.

[00026] Assim, o dispositivo da presente invenção fornece a água dosada por meio de apenas um ponto. Vantajosamente, isto torna os processos de limpeza e manutenção do dispositivo mais fáceis e rápidos, além de que os investimentos para a implantação do dispositivo são significativamente reduzidos.

[00027] O processo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador 5 da presente invenção utiliza um dispositivo 1 dotado de elementos tubulares 10a, 10b, 12, 14 para lançar água sobre os produtos quentes, umidificando eficientemente todas as camadas de produto dispostas sobre o transportador 5 para prover um controle ambiental de emissões de particulados.

[00028] Para a realização desse processo, o dispositivo 1 é disposto em uma posição transversal à direção de deslocamento do transportador 5. Dessa forma, a vazão de água lançada pelos elementos tubulares do dispositivo varia ao longo da seção transversal do transportador 5 em função da altura de leito de produto quente.

[00029] O processo da presente invenção compreende lançar uma primeira dosagem de água sobre os produtos quentes por meio de uma primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b e lançar uma segunda dosagem de água sobre os produtos quentes por meio de uma segunda

pluralidade de elementos tubulares 12, 14 e em que a primeira dosagem lançada pela primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b é maior que a segunda dosagem lançada pela segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14.

[00030] As etapas de lançar uma primeira dosagem de água e de lançar uma segunda dosagem de água sobre os produtos quentes podem ocorrer concomitantemente.

[00031] No processo da presente invenção, a primeira dosagem de água pode ser de 75 a 90% de uma dosagem total de água adicionada e a segunda dosagem de água pode ser de 10 a 25% da dosagem total de água, em que preferencialmente a primeira dosagem de água é de 80% e a segunda dosagem de água é de 20%.

[00032] Nesta concretização preferencial, a primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b do dispositivo 1 compreende preferencialmente três elementos tubulares 10a, 10b. Por exemplo, a primeira dosagem pode ser fracionada em uma porção de 60% da dosagem total, que é lançada pelo elemento tubular 10a localizado no centro do dispositivo 1, e em duas porções de 10% da dosagem total, que são lançadas por cada elemento tubular 10b adjacente ao elemento tubular 10a central, e a segunda dosagem pode ser fracionada em duas porções de 10% da dosagem total, que são lançadas por cada um dos elementos tubulares 12, 14 localizados nas extremidades do dispositivo 1.

[00033] No processo da presente invenção, a primeira dosagem de água pode ser lançada sobre uma região central do transportador 5, de modo a realizar predominantemente o resfriamento superficial dos produtos quentes. O lançamento da primeira dosagem também pode ser feito em um sentido contrário ao sentido de fluxo dos produtos quentes pela primeira pluralidade de elementos tubulares 10a, 10b, provendo uma maior eficiência de resfriamento ao processo.

[00034] Além disso, a segunda dosagem de água pode ser lançada sobre as regiões laterais do transportador 5 por meio da segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14. Para tal, a segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14 pode compreender um elemento tubular 12 disposto em uma primeira extremidade lateral do dispositivo e um outro elemento tubular 14 disposto em uma segunda extremidade lateral do dispositivo 1.

[00035] Nesta concretização do processo, os elementos tubulares da segunda pluralidade de elementos tubulares 12, 14 podem ser configurados para lançar porções iguais da segunda dosagem de água sobre as respectivas regiões laterais do transportador 5. Por exemplo, a segunda dosagem de água pode compreender duas porções de dosagem de 5% a 12,5% lançadas em cada lateral do transportador 5 e, preferencialmente a segunda dosagem de água compreende duas porções de dosagem de 10% lançadas em cada lateral do transportador 5.

[00036] Nesse processo, os produtos quentes resfriados por meio do dispositivo 1 são preferencialmente pelotas de minério de ferro. No entanto, outros produtos quentes como briquetes sinterizados e outros aglomerados também podem ser resfriados por meio do processo da presente invenção.

[00037] Além disso, a dosagem total de água adicionada no processo compreende a primeira e a segunda dosagens de água e pode ser de 1 a 7% da massa dos produtos quentes a serem resfriados.

TESTES COMPARATIVOS

[00038] A partir de testes realizados com o dispositivo e o processo de acordo com a presente invenção, é possível verificar que a umidade dos produtos quentes tem efeito dominante na inibição da emissão de particulados.

[00039] Como mostrado na Figura 2, umidades superiores a 1% geram eficiências de inibição de emissões de particulados acima de 90%, possibilitando, dessa forma, a utilização de menores quantidades de inibidores

de emissão.

[00040] Ademais, como ilustrado na Figura 3, verificou-se que processos nos quais o lançamento de água ocorre exclusivamente de modo superficial são ineficientes tanto para resfriar quanto para umectar todas as camadas de material dispostas sobre transportadores.

[00041] A partir da Figura 3, nota-se que, considerando a dosagem de água de 4% e a temperatura inicial do material quente de 160 °C em um processo de resfriamento superficial, a umidificação na terceira e na quarta camada seriam menores que 0,5%, não apresentando, portanto, uma alta eficiência na supressão de emissões de particulados. Além disso, considerando uma temperatura inicial do material quente de 160 °C, umidificações acima de 1% nas terceira e quarta camadas de material quente seriam alcançadas apenas com quantidades de água dosada acima de 5%.

[00042] De modo a superar os problemas apontados, o dispositivo 1 permite que a água seja lançada sobre os produtos quentes de modo superficial e lateral, possibilitando umidificar e resfriar de maneira eficiente as diversas camadas destes produtos dispostas sobre o transportador 5.

[00043] A Figura 4 apresenta resultados de testes de laboratório para verificar a eficiência na contenção de particulados com o uso do dispositivo 1 (linha laranja no gráfico) e com o uso de dispositivos convencionais do estado da técnica (linha azul), ou seja, que realizam o resfriamento de modo exclusivamente superficial. Nestes testes, utilizou-se uma dosagem total de água de 2% e a temperatura inicial dos produtos quentes foi de 140 °C.

[00044] Pode-se notar que, à medida que o transportador recebe mais carga (valores em t/h expressos no eixo das abcissas) e, portanto, com um leito de produtos quentes mais espesso sobre o transportador, há uma maior dificuldade na penetração da água, diminuído a umectação do leito e, por conseguinte, a eficiência no controle das emissões, como esperado.

[00045] Entretanto, o uso do dispositivo 1 vantajosamente possibilita

uma queda na eficiência de emissões de particulados sensivelmente menor quando comparado a situações em que esse dispositivo não é utilizado. Isso pode ser verificado através dos valores de ganho na eficiência (valores expressos através das barras cinzas em relação ao eixo das ordenadas secundário da Figura 4).

[00046] Por exemplo, para a dosagem de 2% empregada e para valores de carga de 300 t/h, a eficiência na emissão de particulados através do uso do dispositivo 1 seria 20% melhor que no caso dele não estar sendo utilizado. No entanto, para uma carga de 900 t/h, por exemplo, o uso do dispositivo 1 apresenta um ganho de aproximadamente 45% na eficiência do controle de emissões, saltando de 45,9%, quando o dispositivo 1 não é utilizado, para 66,7% através do uso deste dispositivo 1.

[00047] Verifica-se que, para valores de carga entre 1500 e 2100 t/h, o uso do dispositivo 1 possibilita ganhos de eficiência maiores que 85% quando comparado a situações em que este dispositivo não é utilizado. Por exemplo, para uma carga de 2100 t/h, o uso do dispositivo 1 alcança um ganho de eficiência próximo de 100%.

Exemplo 1

[00048] De modo a verificar a umidificação nas diversas camadas de produto quente dispostas sobre o transportador, foram realizados testes de laboratório variando as dosagens de água ao longo de uma seção transversal do transportador em função da altura de leito de produto quente.

[00049] Nos três testes do Exemplo 1, utilizou-se uma massa de 34 kg de pelotas aquecidas a 160°C. O leito formado pelas pelotas foi de 15 cm de profundidade e a dosagem total de água aplicada foi de 4% da massa de pelotas. É interessante citar que os 4% correspondem a 4% de 34 kg. Ou seja, 1.360 gramas de água foram aplicados.

[00050] No primeiro teste, cujos resultados são apresentados na Tabela 1, foram aplicadas as 1.360 gramas em uma única posição, na região central

do transportador, na superfície. Nota-se que a água quase não alcançou as camadas inferiores do leito, gerando um resfriamento e umectação ineficientes. Esse primeiro teste replica o comportamento de aplicação de água superficial.

Tabela 1 – primeiro teste

Por camadas	Pós umidecida	Pós secagem	Água	% água
Primeira camada (g)	5.890	5.490	400	6,79%
Segunda camada (g)	10.520	10.130	390	3,71%
Terceira camada (g)	9.370	9.310	60	0,64%
Quarta camada (g)	9.010	9.000	10	0,11%

[00051] No segundo teste, cujos resultados são apresentados na Tabela 2, a dosagem de água total foi distribuída em uma primeira dosagem de 20% lançada na região central do transportador e uma segunda dosagem de 80% lançada nas regiões laterais, sendo 40% em cada lateral. A umidificação gerada por esta distribuição foi sensivelmente ineficiente, comprometendo principalmente a segunda e a terceira camadas, posicionadas no meio do leito de pelotas.

Tabela 2 – segundo teste

Por camadas	Pós umidecida	Pós secagem	Água	% água
Primeira camada (g)	4.800	4.750	50	1,04%
Segunda camada (g)	9.210	9.170	40	0,43%
Terceira camada (g)	9.220	9.180	40	0,43%
Quarta camada (g)	11.960	11.290	670	5,60%

[00052] No terceiro teste, cujos resultados são apresentados na Tabela 3, a dosagem de água total foi distribuída em uma primeira dosagem de 80% lançada superficialmente na região central do transportador e uma segunda dosagem de 20% lançada nas regiões laterais do transportador, sendo 10% em cada lateral. Esses lançamentos replicam, respectivamente, as aplicações de água pelos elementos tubulares 10a e 10b (na região central) e pelos elementos tubulares 12 e 14 (nas regiões laterais) do dispositivo 1.

[00053] A umidificação gerada por esta distribuição mostrou-se

eficiente e, inclusive, a umidade da terceira camada ficou próxima de 1%, sendo, portanto, adequada para a inibição da emissão de particulados.

Tabela 3 – terceiro teste

Por camadas	Pós umidecida	Pós secagem	Água	% água
Primeira camada (g)	6.510	6.110	400	6,14%
Segunda camada (g)	9.540	9.180	360	3,77%
Terceira camada (g)	8.430	8.360	70	0,83%
Quarta camada (g)	10.280	9.930	350	3,40%

[00054] É possível notar que a distribuição de dosagem de água utilizada no terceiro teste possibilitou, além de uma eficiente umidificação, um excelente controle de temperatura, já que as temperaturas no meio e no fundo do transportador foram substancialmente próximas. A distribuição de dosagem de água do terceiro teste possibilitou distribuições de umidade e temperatura homogêneas em todas as camadas de pelotas.

Exemplo 2

[00055] Deve ser observado que, em campo, diversos outros fatores influenciam no resultado das emissões e os resultados mais adequados são os das medições que são realizadas nas proximidades dos pontos em que o dispositivo 1 é instalado.

[00056] Por exemplo, entre as diversas atividades que influenciam no resultado do indicador de emissões de particulados nos pátios, podem ser citadas as emissões de pilhas, eventos de empilhamento, eventos de recuperação, limpeza de barreira de ventos (*wind fences*), descarregamento de carga de precipitadores, limpeza de silos, entupimento de bicos, dosagens maiores de água em determinados períodos, entre outros.

[00057] Na Figura 5 é apresentada uma série temporal de valores de concentração de particulados, mensurados em uma rede interna de monitoramento de particulados antes e após a inclusão de dispositivos 1 nos transportadores 5 localizados nesses pátios. O período de inclusão destes dispositivos 1 está identificado pelas linhas verticais vermelhas. É possível

verificar uma diminuição considerável da concentração de particulados após a inserção dos dispositivos 1 nos transportadores 5 dos pátios analisados.

[00058] Em vista dos exemplos mostrados acima, é possível comprovar que o dispositivo e o processo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador apresentam vantagens inesperadas, como a umidificação eficiente em todas as camadas de produto quente utilizando baixo consumo de água e uma distribuição de temperatura mais homogênea nessas camadas. Nesse sentido, foi também verificado que os teores de umidade alcançados em todas as camadas possibilitam a inibição de emissão de particulados.

[00059] A descrição que se fez até aqui do objeto da presente invenção deve ser considerada apenas como uma possível ou possíveis concretizações, e quaisquer características particulares nelas introduzidas devem ser entendidas apenas como algo que foi escrito para facilitar a compreensão. Desta forma, não podem de forma alguma ser consideradas como limitantes da invenção, a qual está limitada ao escopo das reivindicações que seguem.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo (1) para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador (5) caracterizado pelo fato de que compreende:

uma primeira pluralidade de elementos tubulares (10a, 10b) configurados para lançar uma primeira dosagem de água sobre os produtos quentes;

uma segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14) configurados para lançar uma segunda dosagem de água sobre os produtos quentes; e

em que a primeira dosagem lançada pela primeira pluralidade de elementos tubulares (10a, 10b) é maior que a segunda dosagem lançada pela segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14).

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada elemento tubular da primeira e da segunda pluralidades de elementos tubulares (10a, 10b, 12, 14) compreende uma válvula (18); e em que a primeira pluralidade de elementos tubulares compreende dois a quatro elementos tubulares (10a, 10b), preferencialmente compreendendo três elementos tubulares (10a, 10b), e é configurada para lançar a primeira dosagem de água sobre uma região central do transportador (5) e em um sentido contrário ao sentido de fluxo dos produtos quentes.

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a primeira pluralidade de elementos tubulares (10a, 10b) é disposta em uma região central do dispositivo (1).

4. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que cada elemento tubular da primeira pluralidade de elementos tubulares (10a, 10b) compreende um bico de pato (20).

5. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a segunda pluralidade de elementos tubulares compreende dois a quatro elementos tubulares (12, 14), preferencialmente compreendendo dois elementos tubulares (12, 14), e é configurada para lançar a segunda dosagem de água sobre as regiões laterais do transportador (5).

6. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14) compreende um elemento tubular (12) disposto em uma primeira extremidade lateral do dispositivo (1) e um outro elemento tubular (14) disposto em uma segunda extremidade lateral do dispositivo (1); e em que os elementos tubulares da segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14) lançam dosagens de água iguais sobre as respectivas regiões laterais do transportador (5).

7. Processo para inibição da emissão de particulados através do resfriamento de produtos quentes deslocáveis por meio de um transportador (5) utilizando um dispositivo (1) como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 6, em que o dispositivo (1) é disposto em uma posição transversal à direção de deslocamento do transportador (5), o processo caracterizado pelo fato de que compreende:

lançar uma primeira dosagem de água sobre os produtos quentes por meio de uma primeira pluralidade de elementos tubulares (10a, 10b); e

lançar uma segunda dosagem de água sobre os produtos quentes por meio de uma segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14); e

em que a primeira dosagem lançada pela primeira pluralidade de elementos tubulares (10a, 10b) é maior que a segunda dosagem lançada pela segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14).

8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado

pelo fato de que as etapas de lançar uma primeira dosagem de água e de lançar uma segunda dosagem de água são concomitantes.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que a primeira dosagem de água é de 75 a 90% de uma dosagem total de água adicionada e a segunda dosagem de água é de 10 a 25% da dosagem total de água, em que preferencialmente a primeira dosagem de água é de 80% e a segunda dosagem de água é de 20%.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, caracterizado pelo fato de que cada elemento tubular da primeira e da segunda pluralidades de elementos tubulares (10a, 10b, 12, 14) compreende uma válvula (18); e em que a primeira dosagem de água é lançada sobre uma região central do transportador (5) e em um sentido contrário ao sentido de fluxo dos produtos quentes pela primeira pluralidade de elementos tubulares (10a, 10b).

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 10, caracterizado pelo fato de que a segunda dosagem de água é lançada sobre as regiões laterais do transportador (5) por meio da segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14).

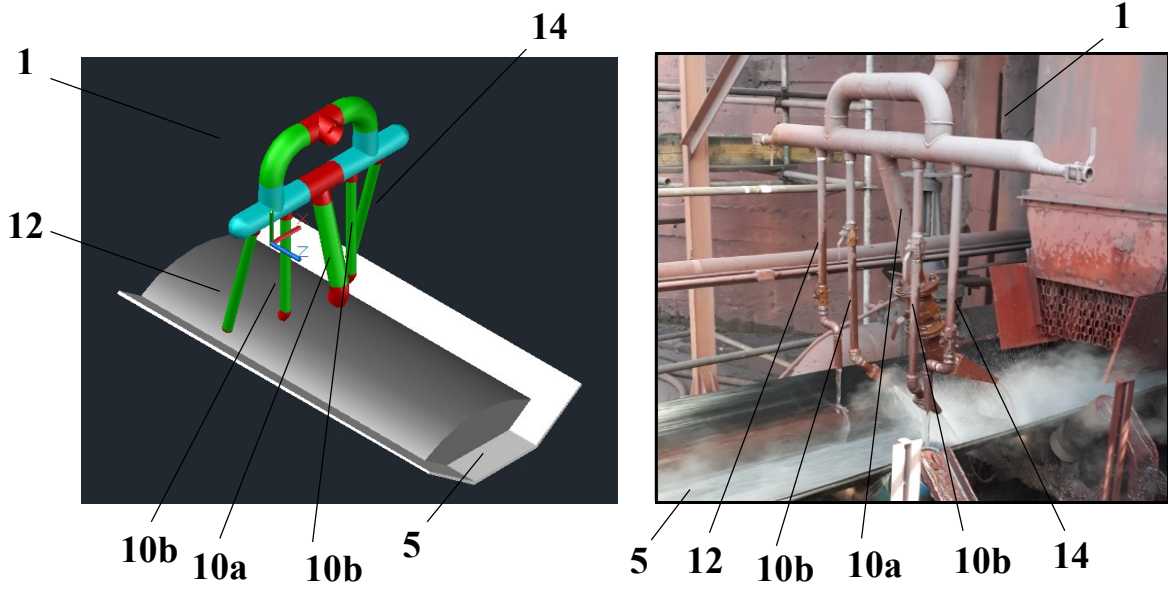
12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 11, caracterizado pelo fato de que a segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14) compreende um elemento tubular (12) disposto em uma primeira extremidade lateral do dispositivo e um outro elemento tubular (14) disposto em uma segunda extremidade lateral do dispositivo (1); e em que os elementos tubulares da segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14) lançam porções iguais da segunda dosagens de água sobre as respectivas regiões laterais do transportador (5).

13. Processo, de acordo com a reivindicação 9 ou 12, caracterizado pelo fato de que a primeira dosagem é fracionada em uma porção de 60% da dosagem total de água adicionada, lançada pelo elemento

tubular (10a) localizado no centro do dispositivo (1), e em duas porções de 10% da dosagem total de água adicionada, lançadas por cada elemento tubular (10b) adjacente ao elemento tubular (10a) central, ou a segunda dosagem de água compreende duas porções de dosagem de 5% a 12,5% lançadas em cada lateral do transportador (5), preferencialmente a segunda dosagem de água compreendendo duas porções de dosagem de 10% lançadas por cada um dos elementos tubulares da segunda pluralidade de elementos tubulares (12, 14) em cada lateral do transportador (5).

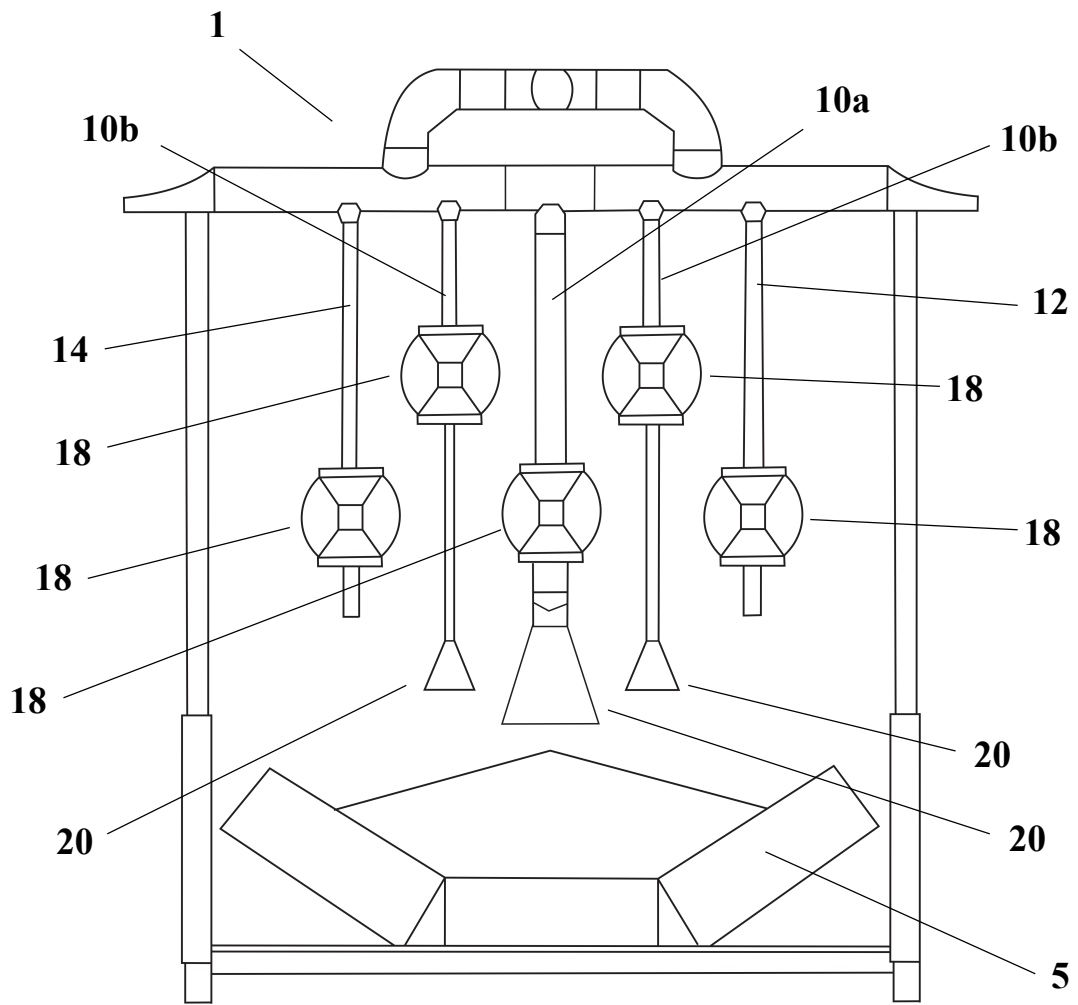
14. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 13, caracterizado pelo fato de que os produtos quentes são pelotas de minério de ferro.

15. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 14, caracterizado pelo fato de que a dosagem total de água adicionada compreende a primeira e a segunda dosagens de água e é de 1 a 7% da massa de produtos quentes.



(a)

(b)



(c)

FIG. 1

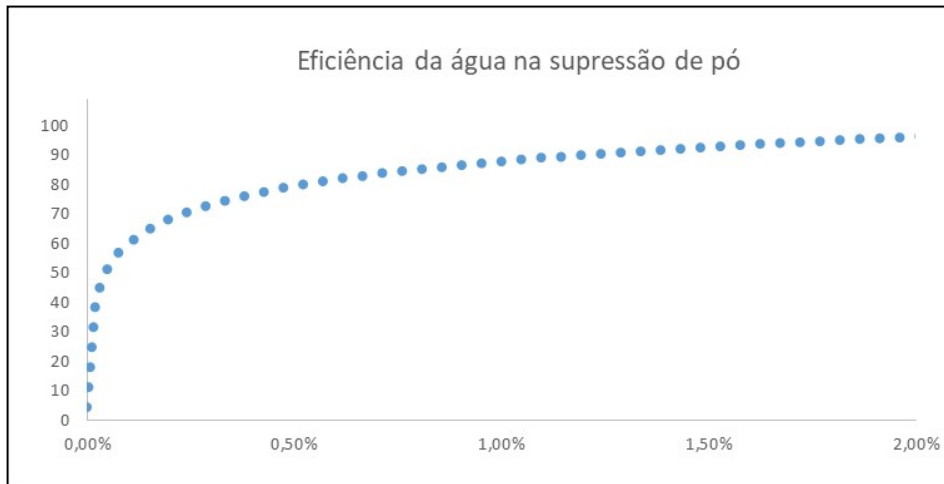


FIG. 2

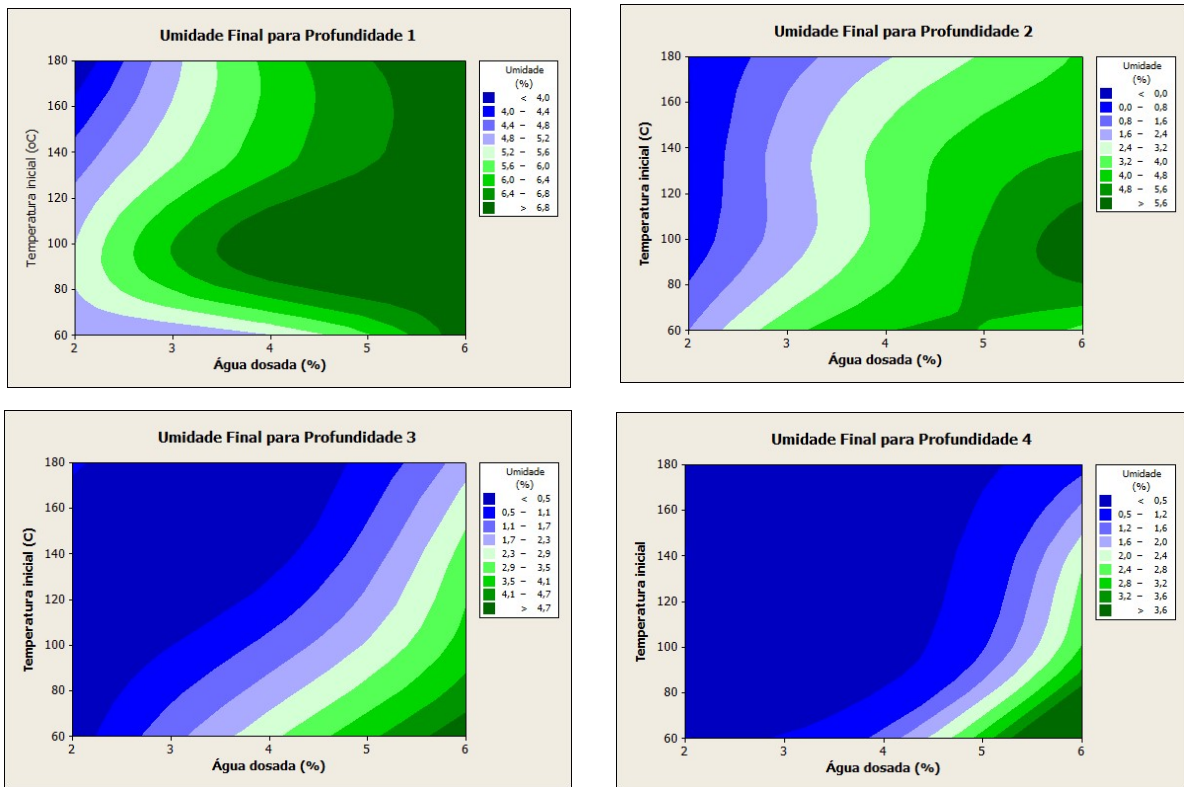


FIG. 3

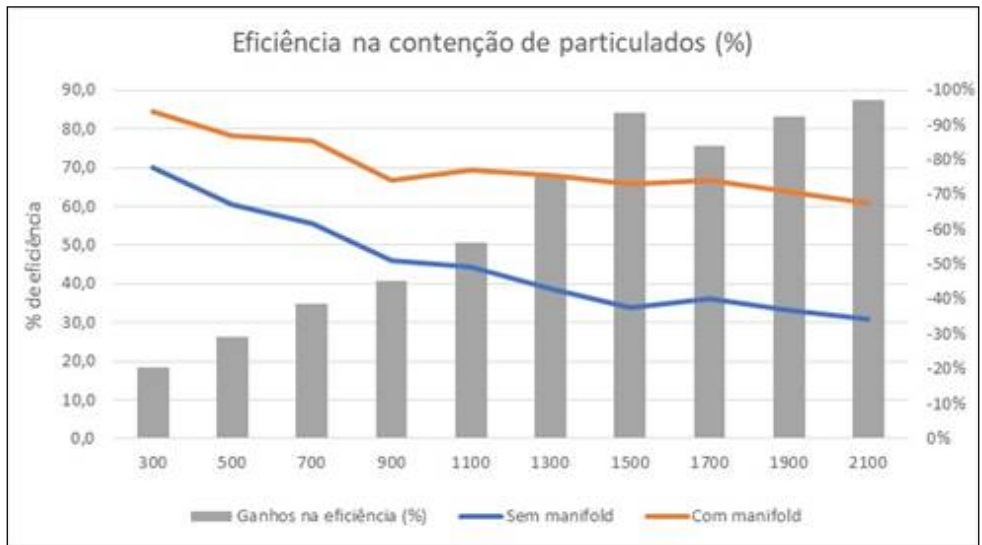


FIG. 4

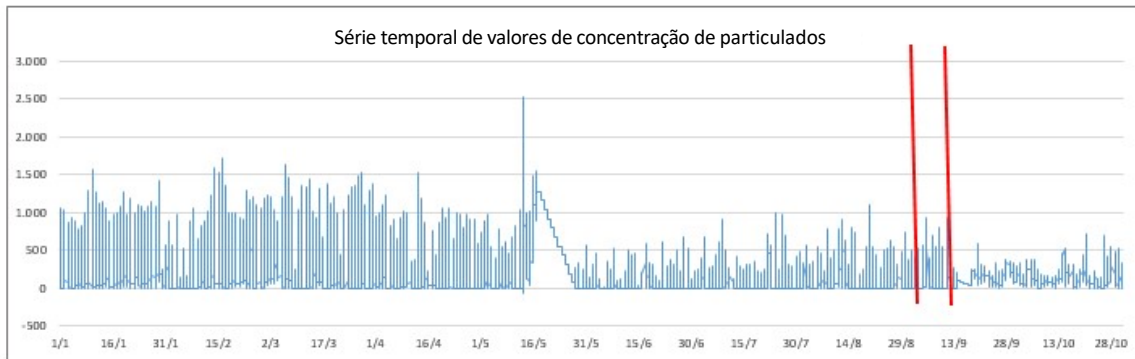


FIG. 5