



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

**(11) BR 112018009872-8 B1**



**(22) Data do Depósito:** 11/11/2016

**(45) Data de Concessão:** 16/11/2022

---

**(54) Título:** PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM FERTILIZANTE REVESTIDO

**(51) Int.Cl.:** C05G 3/00; B01J 2/30; C05G 3/04; C05G 3/10.

**(30) Prioridade Unionista:** 01/11/2016 US US 62/415,762; 16/11/2015 US US 62/255,681.

**(73) Titular(es):** SABIC GLOBAL TECHNOLOGIES B.V..

**(72) Inventor(es):** GANESH KANNAN; CHRISTINA POSADA; JAMES HAIGH; SABESHAN KANAGALINGAM; TRAVIS HARPER.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2016061487 de 11/11/2016

**(87) Publicação PCT:** WO 2017/087265 de 26/05/2017

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 15/05/2018

**(57) Resumo:** MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DE FERTILIZANTES GRANULARES REVESTIDOS. Um processo de fabricação de um fertilizante revestido que compreende: fornecer grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos que têm um revestimento pelo menos parcial que compreende um polímero e uma cera; e condicionar os grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos em uma temperatura de 40 a 130°C durante um período de 1 minuto a 4 horas para formar um revestimento que compreende domínios interpenetrantes que compreendem domínios poliméricos e domínios de cera.

## PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM FERTILIZANTE REVESTIDO

### ANTECEDENTES

[1] Os fertilizantes granulares podem ser revestidos para reduzir a produção de poeira e retardar a liberação de nutrientes no solo. Para melhorar a absorção de fertilizantes pela planta, a concentração disponível de fertilizantes no solo deve corresponder à necessidade de crescimento das plantas. Em virtude de vários parâmetros, tais como erosão do solo, volatilização de amônia e lixiviação de nitratos, apenas cerca de 40 % dos fertilizantes atualmente disponíveis, como a ureia, são absorvidos pela planta e o restante é perdido para o meio ambiente. Portanto, permanece na técnica a necessidade de um fertilizante revestido aprimorado o qual permita uma maior utilização do fertilizante pela planta.

### SUMÁRIO

[2] É descrito aqui um processo de fabricação de um fertilizante revestido que compreende: fornecer grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos que têm um revestimento pelo menos parcial que compreende um polímero e uma cera; e condicionar os grânulos fertilizante pelo menos parcialmente revestidos em uma temperatura de 40 a 130 °C durante um período de 1 minuto a 4 horas para formar um revestimento que compreende domínios interpenetrantes que compreendem domínios poliméricos e domínios de cera.

[3] As características descritas acima e outras são ainda apresentadas nas figuras a seguir, descrição detalhada e reivindicações.

### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[4] O que segue é uma breve descrição dos desenhos em que elementos similares são numerados igualmente e os quais são apresentados com a finalidade de ilustrar as modalidades exemplificativas descritas aqui e não com a finalidade de limitá-las.

[5] A Figura 1A é uma imagem microscópica eletrônica de varredura de uma amostra com uma ampliação de 500 vezes sem pré-tratamento.

[6] A Figura 1B é uma imagem microscópica eletrônica de varredura da amostra da Figura 1A em uma ampliação de 2000 sem pré-tratamento.

[7] A Figura 2A é uma imagem microscópica eletrônica de varredura de uma amostra em uma ampliação de 500 vezes com 5 horas de pré-tratamento.

[8] A Figura 2B é uma imagem microscópica eletrônica de varredura da amostra da Figura 2A em uma ampliação de 2000 vezes com 5 horas de pré-tratamento.

[9] A Figura 3A é uma imagem microscópica eletrônica de varredura de uma amostra em uma ampliação de 500 vezes com 10 horas de pré-tratamento.

[10] A Figura 3B é uma imagem microscópica eletrônica de varredura da amostra da Figura 3A em uma ampliação de 2000 vezes com 10 horas de pré-tratamento.

[11] A Figura 4A é uma imagem microscópica eletrônica de varredura de uma amostra em uma ampliação de 500 vezes com 15 horas de pré-tratamento.

[12] A Figura 4B é uma imagem microscópica eletrônica de varredura da amostra da Figura 4A em uma ampliação de 2000 vezes com 15 horas de pré-tratamento.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA

[13] Grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos que têm um revestimento pelo menos parcial que compreende um polímero e uma cera são condicionados em uma temperatura de 40 a 130 °C durante um tempo de 1 minuto a 4 horas para formar um revestimento que compreende domínios interpenetrantes que compreendem domínios poliméricos e domínios de cera. Dentro da faixa supracitada, a temperatura de condicionamento pode ser 50 a 110 °C, 60 a 100 °C ou 60 a 80 °C. Dentro do período de tempo supracitado, os grânulos podem ser condicionados durante um tempo de 2 a 4 horas.

[14] As modalidades descritas aqui se referem a um

grânulo fertilizante revestido. O revestimento compreende domínios interpenetrantes de pelo menos um polímero e pelo menos uma cera. O grânulo fertilizante é pelo menos parcialmente revestido com um revestimento que compreende domínios interpenetrantes de pelo menos um polímero e pelo menos uma cera.

[15] É desejável melhorar a resistência mecânica dos grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos. A resistência mecânica pode afetar a capacidade dos grânulos fertilizantes de suportar os procedimentos normais de manuseio e pode aumentar a eficácia do revestimento. Supreendentemente, descobriu-se que o pré-tratamento de uma superfície do grânulo fertilizante antes de aplicação do revestimento pode melhorar as propriedades mecânicas dos grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos, bem como pode melhorar a aderência do revestimento ao grânulo fertilizante. O pré-tratamento, dentre outras coisas, pode incluir o nivelamento de uma superfície do grânulo fertilizante. Os fertilizantes revestidos que contêm um grânulo fertilizante pré-tratado podem ter um percentual significativamente menor de liberação de nitrogênio após 7 dias comparado com os fertilizantes revestidos que não contêm um grânulo fertilizante pré-tratado. Por exemplo, o grânulo fertilizante pré-tratado pode ter uma porcentagem de liberação de nitrogênio após 7 dias menor do que ou igual a 70 %, por exemplo, menor do que ou igual a 65 %, por exemplo, menor do que ou igual a 60 %. O pré-tratamento pode incluir o nivelamento da superfície do grânulo fertilizante por meio de pré-aquecimento do grânulo para uma temperatura maior do que ou igual a 90 °C. Por exemplo, a temperatura pode ser maior do que ou igual a 100 °C, por exemplo, maior do que ou igual a 105 °C, por exemplo, maior do que ou igual a 125 °C. O tempo de pré-tratamento pode ser maior do que ou igual a 5 horas, por exemplo, maior do que ou igual a 10 horas, por exemplo, maior do que ou igual a 15 horas, por exemplo, maior do que ou igual a 20 horas.

[16] Após um revestimento ter sido aplicado (por exemplo, um revestimento a 2 %), o fertilizante revestido que contém o grânulo fertilizante pré-tratado pode ser pós-tratado e a perda de peso medida. O revestimento a 2 % se refere, em geral, a um revestimento polimérico a 2 % em peso. O revestimento pode ser aplicado por meio dos processos descritos aqui e fornece uma amostra de controle que permite a observação do efeito do pré-tratamento. A perda de peso pode ser menor para fertilizantes revestidos que contêm o grânulo fertilizante pré-tratado comparado com os fertilizantes revestidos que não contêm o grânulo fertilizante pré-tratado. O pós-tratamento pode incluir aquecer os grânulos pelo menos parcialmente revestidos pré-tratados em várias temperaturas e depois medir a porcentagem de perda de peso. O aquecimento pode incluir temperaturas maiores do que ou iguais a 50 °C, por exemplo, maiores do que ou iguais a 60 °C, por exemplo, maiores do que ou iguais a 70 °C, por exemplo, maiores do que ou iguais a 80 °C, por exemplo, maiores do que ou iguais a 90 °C, por exemplo, maiores do que ou iguais a 100 °C. O tempo de aquecimento no pós-tratamento pode ser maior do que ou igual a 5 horas, por exemplo, maior do que ou igual a 10 horas, por exemplo, maior do que ou igual a 15 horas, por exemplo, maior do que ou igual a 20 horas. O fertilizante revestido que contém o grânulo fertilizante pré-tratado pode ter uma perda de peso percentual menor do que ou igual a 0,20 % após o pós-tratamento, por exemplo, menor do que ou igual a 0,15 %, por exemplo, menor do que ou igual a 0,10 %.

[17] O processo descrito aqui pode incluir o pré-tratamento do grânulo fertilizante antes do revestimento ser aplicado. O pré-tratamento do grânulo fertilizante pode ajudar a conferir uma maior aderência do revestimento ao grânulo fertilizante e melhorar a capacidade do fertilizante revestido de resistir a ensaios pós-formação, conforme anteriormente descrito aqui. O pré-tratamento do grânulo fertilizante pode incluir o nivelamento da superfície do

grânulo fertilizante.

[18] O nivelamento da pluralidade de grânulos fertilizantes pode ser conseguido por meio de aquecimento, por exemplo, aquecimento em um tambor rotativo ou leito fluidizado. Considera-se ainda que métodos mecânicos, tal como moagem por esferas, também podem ser usados para nivelar a pluralidade de grânulos fertilizantes. Em um método exemplificativo, uma pluralidade de grânulos fertilizantes é aquecida para uma temperatura maior do que ou igual a 90 °C durante menos do que ou igual a 15 horas. A temperatura pode ser menor do que ou igual a 110 °C. Por exemplo, a temperatura pode ser 90 °C a 100 °C ou 100 °C a 110 °C. O tempo pode ser 1 hora a 5 horas ou 5 horas a 15 horas. Os grânulos fertilizantes podem ser aquecidos em um forno, um forno forçado a ar, secador de disco, secador de pás, secador rotativo, secador de esteira, secador de leito fluidizado ou uma combinação que compreende pelo menos um dos anteriores. Opcionalmente, os grânulos fertilizantes podem ser resfriados antes de revestimento.

[19] Em algumas modalidades, o revestimento pelo menos parcial sobre os grânulos fertilizantes pode ser formado ao dissolver pelo menos parcialmente um primeiro polímero e uma primeira cera em um primeiro solvente para formar uma primeira solução; dissolver pelo menos parcialmente um segundo polímero e uma segunda cera em um segundo solvente para formar uma segunda solução, em que a concentração de cera na primeira solução é diferente da concentração de cera na segunda solução e contato da primeira solução e da segunda solução com uma pluralidade de grânulos fertilizantes. O primeiro solvente e o segundo solvente podem ser evaporados dos grânulos fertilizantes em uma temperatura menor do que a temperatura de condicionamento. A primeira solução, a segunda solução, ou ambas, podem ainda compreender um polímero adicional.

[20] O primeiro polímero e segundo polímero podem ser iguais ou diferentes. A primeira cera e a segunda cera podem

ser iguais ou diferentes. O primeiro solvente e o segundo solvente podem ser iguais ou diferentes.

[21] Em algumas modalidades, o revestimento pelo menos parcial sobre os grânulos fertilizantes pode ser formado ao dissolver pelo menos parcialmente um primeiro polímero e uma primeira cera em um primeiro solvente para formar uma primeira solução; dissolver pelo menos parcialmente um segundo polímero e uma segunda cera em um segundo solvente para formar uma segunda solução, em que o primeiro polímero é diferente do segundo polímero, o primeiro solvente é diferente do segundo solvente ou a primeira cera é diferente da segunda cera; e contatar a primeira solução e a segunda solução com uma pluralidade de grânulos fertilizantes. O primeiro solvente e o segundo solvente podem ser evaporados dos grânulos fertilizantes em uma temperatura menor do que a temperatura de condicionamento. A primeira solução, a segunda solução, ou ambas, podem ainda compreender um polímero adicional.

[22] Os grânulos fertilizantes podem ser pré-tratados antes que a primeira solução e a segunda solução sejam contatadas com os grânulos fertilizantes. O pré-tratamento do grânulo fertilizante pode ajudar a conferir uma maior aderência da primeira solução e/ou da segunda solução ao grânulo fertilizante e melhorar a capacidade do fertilizante revestido de resistir a ensaios pós-formação, conforme anteriormente descrito aqui. O pré-tratamento do grânulo fertilizante pode incluir o nivelamento da superfície do grânulo fertilizante.

[23] Conforme usado aqui, o termo "dissolver pelo menos parcialmente" é inclusivo de suspensão de um material em um solvente. Ele também é inclusivo de formação de uma emulsão.

[24] O fertilizante revestido que compreende um grânulo fertilizante e um revestimento que compreende domínios interpenetrantes de domínios poliméricos e domínios de cera tem uma taxa de liberação que se aproxima mais da

taxa de crescimento da planta e, como um resultado, tem uma taxa de uso maior do que o fertilizante revestido sem os domínios interpenetrantes. Domínios interpenetrantes, conforme usado aqui, descreve domínios de diferentes materiais os quais penetram mutuamente uns nos outros, criando uma morfologia que demonstra domínios distintos de materiais separados os quais delimitam um ou mais domínios de um material diferente. Estes domínios podem ter um formato irregular. Uma analogia visual útil são peças de quebra-cabeça nas quais as peças adjacentes são domínios formados a partir de diferentes materiais. Sem estar limitado pela teoria, acredita-se que, quando o polímero é aplicado, forma um revestimento não contínuo de domínios poliméricos sobre os grânulos e pelo menos alguns dos espaços nos domínios poliméricos são preenchidos com domínios de cera quando a cera é aplicada.

[25] Os grânulos fertilizantes podem compreender fontes de nitrogênio, fósforo ou potássio, tais como nitrato de amônio, sulfato de amônio, nitrato de sulfato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de amônio e cálcio, ureia, ureia-formaldeído, fosfato monoamônio ("MAP"), fosfato de diamônio, compostos de polifosfato, rocha fosfática, superfosfato simples ("SSP"), superfosfato triplo, nitrato de potássio, cloreto de potássio, sulfato de potássio ("SOP" ou potassa) ou uma combinação que compreende pelo menos um dos anteriores. Em algumas modalidades, os grânulos fertilizantes compreendem ureia. As quantidades de fontes de nitrogênio, fósforo ou potássio incluídas nos grânulos fertilizantes final dependem do uso final pretendido e podem ser 0 a 60 % em peso para cada componente, com base no peso total do grânulo fertilizante.

[26] Além disso, sulfato de magnésio e uma fonte de um ou mais oligoelementos, ou seja, micronutrientes, podem ser incluídos, por exemplo, boro, cálcio, cloro, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio, níquel, sódio, zinco ou uma combinação que compreende pelo menos um dos anteriores pode



estar presente. Estes nutrientes podem ser fornecidos na forma elementar ou na forma de sais, por exemplo, como sulfatos, nitratos ou halogenetos. A quantidade de micronutrientes vegetais depende do uso final pretendido e pode ser, por exemplo, 0,1 a 5 por cento em peso (% em peso), com base no peso total do grânulo fertilizante.

[27] Materiais de enchimento podem ainda estar presentes no grânulo, por exemplo, bentonita, calcita, óxido de cálcio, sulfato de cálcio (anidro ou hemi-hidratado), dolomita, talco, areia ou uma combinação que compreende pelo menos um dos materiais de enchimento anteriores.

[28] Outros componentes de fertilizantes granulares podem incluir, por exemplo, tensoativos, agentes de nucleação, partículas de fertilizante recicladas, condicionadores de solo, agentes de nucleação, tais como carbonato de cálcio, carvão ativado, enxofre elementar, biocidas, tais como pesticidas, herbicidas ou fungicidas, agentes absorventes, agentes umectantes, estabilizantes térmicos, adesivos, tal como celulose, álcoois polivinílicos, gorduras, óleos, goma arábica, estabilizantes de ultravioleta de vinilideno, antioxidantes, agentes redutores, corantes, aglutinantes (ou seja, organoclorados, zeínas, gelatinas, quitosana, polímeros de óxido de polietileno e polímeros e copolímeros acrilamida) e similares, bem como combinações que compreendem pelo menos um dos anteriores.

[29] Os grânulos fertilizantes podem ter qualquer formato ou tamanho desejado para o uso pretendido. Em algumas modalidades, os grânulos fertilizantes são substancialmente esféricos. Os grânulos fertilizantes têm um diâmetro médio de partícula de 1,0 a 4,0 milímetros (mm). Dentro desta faixa, o diâmetro médio de partícula pode ser maior do que ou igual a 1,5 mm ou maior do que ou igual a 2,0 mm. Também dentro desta faixa, o diâmetro médio de partícula pode ser menor do que ou igual a 3,5 ou menor do que ou igual a 3,0 mm. Em algumas modalidades, pelo menos 90 % em peso dos grânulos fertilizantes têm um diâmetro de partícula de 2,0 a 4,0 mm. O

diâmetro das partículas é determinado de acordo com a norma "Size Analysis - Sieve Method" IFDC S-107 emitida pelo International Fertilizer Development Center (IFDC), o qual é o método mais comum e internacionalmente aprovado para determinar o tamanho das partículas de fertilizantes.

[30] O revestimento sobre o grânulo fertilizante compreende domínios interpenetrantes que compreendem domínios poliméricos e domínios de cera. Os domínios poliméricos têm uma taxa de biodegradação que difere da taxa de biodegradação dos domínios de cera quando submetidos às mesmas condições. Quando os domínios poliméricos compreendem dois ou mais polímeros, cada polímero tem uma taxa diferente de biodegradação quando submetido às mesmas condições.

[31] Em algumas formas de realização, os domínios poliméricos compreendem um biopolímero. Polímeros exemplificativos incluem polissacarídeos, poliésteres, lignina e combinações que compreendem pelo menos um dos anteriores. Polissacarídeos exemplificativos incluem acetato de celulose, triacetato de celulose, acetato de amido ou uma combinação que compreende pelo menos um dos anteriores. Poliésteres exemplificativos incluem succinato de (poli)butileno, tereftalato de adipato de (poli)butileno, ácido (poli)lático, ácido (poli)lático-co-ácido glicólico), succinato de (poli)butileno, (poli)caprolactona, (poli)glicolídeo, (poli)hidroxibutirato, (poli)hidroxibutirato-co-hidroxivalerato ou uma combinação que compreende pelo menos um dos anteriores.

[32] O acetato de celulose pode ter um peso molecular ponderado médio ( $M_w$ ) de 25.000 a 120.000 gramas por mol (g/mol), por exemplo, 35.000 a 70.000 g/mol.

[33] O triacetato de celulose pode ter um  $M_w$  de 100.000 a 350.000 g/mol, por exemplo, 125.000 a 300.000 g/mol, por exemplo, 200.000 a 275.000 g/mol.

[34] O acetato de amido é um amido que foi acetilado para um grau de substituição (em inglês, DS) de 1 a 3 com um valor de acetila de 20 % a 70 %. Conforme usado aqui, "valor

de acetila" se refere à porcentagem em peso (% em peso) de ácido acético por unidade de medida de acetato de amido. Por exemplo, um valor de acetila de aproximadamente 62,5 é equivalente a um DS de 3,0.

[35] O succinato de (poli)butileno (PBS) pode ter um  $M_w$  de 70.000 a 160.000 g/mol. Em algumas modalidades, o succinato de (poli)butileno pode ter um  $M_w$  de 100.000 a 150.000 g/mol, por exemplo, 120.000 a 140.000 g/mol. Em algumas modalidades, o succinato de (poli)butileno pode ter um  $M_w$  de 75.000 a 125.000 g/mol, por exemplo, 90.000 a 110.000 g/mol.

[36] O tereftalato de adipato de (poli)butileno (ECOFLEX™) pode ter um peso molecular médio em peso ( $M_w$ ) de 30.000 a 120.000 g/mol, por exemplo, 50.000 a 100.000 g/mol.

[37] O ácido (poli)lático (PLA) pode ter um peso molecular médio em peso ( $M_w$ ) de 30.000 a 250.000 g/mol. O PLA pode compreender PLA reciclado, PLA de refugo ou uma combinação que compreende pelo menos um dos anteriores. Em algumas modalidades, o ácido (poli)lático pode ter um  $M_w$  de 150.000 a 210.000 g/mol, por exemplo, 175.000 a 190.000 g/mol. Em algumas modalidades o ácido (poli)lático pode ter um  $M_w$  de 30.000 a 70.000 g/mol, por exemplo, 40.000 a 65.000 g/mol.

[38] O ácido (poli)lático-co-ácido glicólico) pode ter um  $M_w$  de 5.000 a 300.000 g/mol, por exemplo, 10.000 a 250.000 g/mol, por exemplo, 40.000 a 150.000 g/mol.

[39] A (poli)caprolactona pode ter um  $M_w$  de 500 a 80.000 g/mol, por exemplo, 5.000 a 70.000 g/mol, por exemplo, 15.000 a 60.000 g/mol.

[40] O (poli)glicolídeo pode ter um  $M_w$  de 500 a 60.000 g/mol, por exemplo, 5.000 a 50.000 g/mol, por exemplo, 20.000 a 40.000 g/mol.

[41] O (poli)hidroxibutirato pode ter um  $M_w$  de 10.000 a 500.000 g/mol, por exemplo, 30.000 a 400.000 g/mol, por exemplo, 75.000 a 350.000 g/mol.

[42] O (poli)hidroxibutirato-co-hidroxivalerato pode

ter um  $M_w$  de 10.000 a 600.000 g/mol, por exemplo, 30.000 a 500.000 g/mol, por exemplo, 100.000 a 400.000 g/mol.

[43] A lignina é um polímero de álcoois aromáticos mais comumente derivados a partir da madeira. A lignina pode ser obtida por meio do processo Kraft. A lignina exemplificativa inclui a lignina Kraft comercializada sob o nome de INDULIN™ AT ou PROTOBIND™ 1000.

[44] Em algumas modalidades, os domínios poliméricos compreendem pelo menos dois polímeros. Estes polímeros podem ser miscíveis de modo a formar um único domínio juntos ou podem ser imiscíveis e formar domínios poliméricos separados.

[45] O revestimento compreende domínios poliméricos em uma quantidade de 50 a 80 % em peso, com base no peso total do revestimento.

[46] Os domínios de cera compreendem uma  $C_5$ - $C_{35}$  cera, cera de polietileno, cera mineral, cera de base biológica, goma-laca ou uma combinação que compreende pelo menos um dos anteriores. As ceras são líquidas a 110 a 200 °F (43 a 95 °C). Ceras exemplificativas incluem ceras naturais de petróleo, incluindo ceras de parafina (ceras duras, cristalinas, quebradiças compostas primariamente de alcanos não ramificados, tipicamente tendo pontos de fusão de 48 a 70 °C), ceras microcristalinas (ceras maleáveis, amorfas, maleáveis compostas primariamente por alcanos ramificados, tipicamente com pontos de fusão de 54 a 95 °C) e ceras de parafina totalmente refinadas. As ceras sintéticas também podem ser usadas, incluindo ceras de polietileno que têm, por exemplo, um grau de polimerização de 10 a 18 átomos de carbono. Ceras exemplificativas que estão comercialmente disponíveis incluem uma cera de petróleo,  $C_{30+}$  a partir da Chevron Phillips Chemical (CP-Chem), 7089A, R-4408 e R-3053A, disponíveis a partir da International Group, Inc.

[47] O revestimento compreende domínios de cera em uma quantidade de 20 a 50 % em peso, com base no peso total do revestimento.

[48] Quando revestida sobre os grânulos fertilizantes,

a quantidade do revestimento é menor do que ou igual a 6 % em peso, por exemplo, 0,1 a 6 % em peso, 0,5 a 5 % em peso, 2 a 5 % em peso ou 3 a 5 % em peso, com base no peso total do fertilizante revestido.

[49] Em qualquer uma das modalidades anteriores, os revestimentos podem ainda compreender um adjuvante conforme conhecido na técnica, por exemplo, um corante, um promotor de adesão ou um tensoativo, contanto que o adjuvante não afete significativamente as propriedades desejadas do fertilizante revestido. Por exemplo, um tensoativo pode incluir uma (C<sub>16-30</sub>) alquilamina primária e secundária, uma amida de (C<sub>16-30</sub>) ácido graxo de uma (C<sub>16-30</sub>) alquilamina primária ou um éster de (C<sub>16-30</sub>) ácido graxo de um (C<sub>16-30</sub>) alcanol. Exemplos dos tensoativos anteriores incluem cetil amina, estearil amina, araquidil amina, beenil amina, dicetil amina, diestearil amina, diaraquidil amina, dibeenil amina, di(sebo hidrogenado)amina, cetil estearamida, estearil estearamida, estearil erucamida, erucil erucamida.

[50] Além disso, em qualquer das modalidades anteriores, o revestimento é posicionado diretamente sobre o grânulo ou outras camadas, isto é, não estão presentes quaisquer camadas intervenientes além daquelas descritas. O revestimento pode ser contínuo ou descontínuo. Para otimizar as características de liberação sustentada do fertilizante revestido, o revestimento cobre 90 a 100 % da área de superfície do grânulo fertilizante.

[51] A espessura do revestimento é ajustada para conferir as propriedades de proteção e liberação sustentada desejadas. Em algumas modalidades, a espessura total do revestimento é 20 a 70 micrometros. Por exemplo, a espessura pode ser maior do que ou igual a 25 ou maior que ou igual a 30 micrometros. Por exemplo, a espessura pode ser menor do que ou igual a 65 ou menor do que ou igual a 60 micrometros.

[52] O contato da composição de revestimento com uma pluralidade de grânulos fertilizantes pode ser conseguido através de revestimento por pulverização (por exemplo,

revestimento por pulverização superior, inferior ou lateral), revestimento em tambor, revestimento em panela, revestimento em leito fluidizado, revestimento por vazamento contínuo ou qualquer outro método conhecido por aqueles versados na técnica. Este revestimento pode ser feito em um processo contínuo ou descontínuo. Os grânulos podem ser revestidos com uma única camada em uma única aplicação de revestimento ou os grânulos podem ser revestidos com múltiplas camadas do mesmo material de revestimento, tal como 2, 3, 4, 5 ou mais camadas. A evaporação e aquecimento dos grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos podem ocorrer na mesma etapa ou em etapas sequenciais. Dispositivos exemplificativos incluem um evaporador rotativo, um forno ou similar.

[53] Solventes exemplificativos incluem clorofórmio, tolueno, cloreto de metileno ou uma combinação que compreende um ou mais dos anteriores.

[54] Em algumas modalidades, a temperatura de condicionamento é 70 a 100 % da temperatura de fusão da cera.

[55] Considera-se também que o fertilizante revestido descrito aqui pode ser misturado com grânulos fertilizantes não revestidos ou com um fertilizante revestido que tem um revestimento que compreende um polímero, mas sem cera.

[56] Em uso, o fertilizante revestido é aplicado ao *locus* de uma planta ou semente, em particular o solo de uma planta ou semente a ser fertilizada.

[57] Os fertilizantes revestidos que têm propriedades de liberação sustentada são ainda ilustrados pelos exemplos não limitativos a seguir.

#### EXEMPLOS

[58] Os materiais usados no Exemplo 1 são descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.**

Componente	Descrição Química	Fonte
PBS	Succinato de (poli)butileno 18127	Danimer

Componente	Descrição Química	Fonte
PLA	Ácido (poli)lático 2003D	Nature works
C30+	Cera de alfa-olefina	Chevron Phillips
Cloreto de metileno		Aldrich

#### Procedimentos Gerais

[59] *Granulação de ureia.* Na granulação de ureia, partículas de sementes ou partículas de ureia recicladas são giradas através de um tubo de aglomeração central através de uma corrente de ar em alta velocidade. Um bocal de pulverização no fundo do tubo de aglomeração pulveriza a ureia fundida sobre as partículas. Uma vez que as gotículas fundidas de ureia são fornecidas em altas velocidades com o ar constantemente passando através do granulador, as sementes são umedecidas e secas de forma eficiente. À medida que mais massa de ureia é fornecida pelos bicos de pulverização, o diâmetro das partículas de ureia cresce e o processo é concluído quando o tamanho desejado é alcançado.

[60] *Preparação de formulações de revestimento.* Duas soluções de revestimento foram feitas. As composições das soluções de revestimento são mostradas nas tabelas abaixo. "Gramas" é abreviado como "g" nas tabelas.

[61] *Procedimento de revestimento.* As soluções de revestimento foram aplicadas aos grânulos fertilizantes usando uma pulverização atomizada a ar em um tambor rotativo. O solvente foi evaporado a 40-50 °C e os grânulos revestidos foram, então, adicionalmente condicionados usando um evaporador rotativo (20-30 rotações por minuto (rpm) durante 20 minutos) ou uma estufa de secagem sob as condições mostradas nas tabelas. Os grânulos condicionados foram testados quanto à liberação de ureia.

[62] *Ensaio de liberação de ureia.* O ensaio é usado para imitar um perfil de liberação de ureia em 24 horas. 5

gramas de grânulos revestidos foram colocados em 95 gramas de água deionizada em temperatura ambiente durante o período de tempo especificado. A água foi analisada quanto ao teor de nitrogênio ao final do período de tempo. Os resultados são apresentados em porcentagem total de nitrogênio e são apresentados nas Tabelas 2 e 3. O ensaio de liberação de ureia fornece informação que permite calcular quanto ureia já não está ligada ao revestimento. Na Tabela 2, na Amostra 1, 66,07 % da quantidade inicial de ureia revestida usada no ensaio tinham sido liberados no momento da análise sem condicionamento. Dito de outra maneira, a Amostra 1 demonstra que cerca de 33,93 % da ureia ainda estava aprisionada pelo revestimento e se difundia gradualmente.

**Tabela 2.**

Amostra #	Solução 1	Solução 2	Sem condicionamento	Rotovap a 94°C	Rotovap a 99°C	Rotovap a 103°C	Rotovap a 110°C
1	9 g de PBS, 21 g de PLA, 15 g de C30+, 900 g de cloreto de metileno	9 g de PBS, 21 g de PLA, 30 g de C30+, 900 g de cloreto de metileno	66,07 %	15,86 %	26,09 %	69,77 %	91,68 %

**Tabela 3.**

Amostra #	Solução 1	Solução 2	Sem condicionamento	70 °C durante 1 hora	70 °C durante 2 horas	70 °C durante 3 horas	70 °C durante 4 horas	70 °C de um dia para o outro
2	9g de PBS, 21g PLA, 15 g de	9 g de PBS A, 21 g de PLA,	43,59 %	17,97 %	5,98 %	7,97 %	7,90 %	58,03 %



	C30+, em 900 g de cloreto de metileno	30 g de C30+, em 900 g de cloreto de metileno						
3	12 g de PBS, 18 g de PLA, 15 g de C30+, em 900 g de cloreto de metileno	12 g de PBS, 18 g de PLA, 30 g de C30+, em 900 g de cloreto de metileno	35,67 %	23,79 %	19,95 %	19,92 %	13,85 %	
4	15 g de PBS, 15 g de PLA, 15 g de C30+, em 900 g de cloreto de metileno	15 g de PBS , 15 g de PLA, 30 g de C30+, em 900 g de cloreto de metileno	29,81 %	19,92 %	11,91 %	11,77 %	19,81 %	

[63] A Tabela 2 mostra que o condicionamento em um evaporador rotativo em temperaturas menores do que 103 °C retarda a liberação de nitrogênio a partir do grânulo de ureia. O condicionamento em temperaturas de 103 °C e maiores, na verdade, aumentou a liberação de nitrogênio em 24 horas comparado com os grânulos que não foram condicionados.

[64] A Tabela 3 mostra que o condicionamento em um forno a 70 °C durante 2 a 4 horas retarda a liberação de

nitrogênio a partir do grânulo de ureia comparado com os grânulos que não foram condicionados, condicionados por 1 hora e condicionados de um dia para o outro.

#### Exemplo 2

[65] Os materiais usados no Exemplo 2 são descritos na Tabela 4.

**Tabela 4.**

Componente	Descrição Química	Fonte
PBS	Succinato de (poli)butileno 1020MD	Showa Denko
PLA	Ácido (poli)lático 2003D	Nature works
Clorofórmio		Aldrich
Tolueno		Aldrich
Ureia	Granular	SABIC

[66] As formulações para os revestimentos são mostradas na Tabela 5.

**Tabela 5.**

Amostra #	Solução 1				Solução 2			
	PLA	PBS	Clorofórmio	Tolueno	PLA	PBS	Clorofórmio	Tolueno
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
9	21	9	630	270	9	21	630	270
10	21	9	630	270	9	21	630	270
11	21	9	450	450	9	21	450	450
12	21	9	450	450	9	21	450	450
13	21	9	0	900	9	21	0	900
14	21	9	450	450	9	21	450	450
15	21	9	450	450	9	21	450	450
16	21	9	450	450	9	21	450	450
17	21	9	450	450	9	21	450	450
18	21	9	450	450	9	21	450	450
19	21	9	450	450	9	21	450	450
20	21	9	450	450	9	21	450	450
21	21	9	450	450	9	21	450	450
22	21	9	450	450	9	21	450	450
23	21	9	450	450	9	21	450	450

Amostra #	Solução 1				Solução 2			
	PLA (g)	PBS (g)	Clorofórmio (g)	Tolueno (g)	PLA (g)	PBS (g)	Clorofórmio (g)	Tolueno (g)
24	21	9	450	450	9	21	450	450
25	21	9	450	450	9	21	450	450
26	21	9	450	450	9	21	450	450
27	21	9	450	450	9	21	450	450
28	21	9	450	450	9	21	450	450
29	21	9	450	450	9	21	450	450

[67] Os grânulos fertilizantes foram colocados em uma panela de aço inoxidável a qual foi, então, colocada em um forno de convecção forçado a ar em uma temperatura de 90-110 °C durante até 15 horas. Em diferentes intervalos de tempo até 15 horas, uma pequena alíquota de aproximadamente 5 gramas de ureia foi coletada e as imagens de SEM foram tiradas. As Figuras 1A-4B mostram as diferenças na superfície após o pré-aquecimento. Depois que a ureia esteve no forno por um determinado período de tempo, a ureia foi, então, pulverizada em um tambor rotativo com biopolímeros que foram dissolvidos em solventes orgânicos. O solvente foi evaporado, deixando para trás o material de revestimento sobre a superfície do grânulo fertilizante. Uma vez que o revestimento foi depositado, as amostras foram novamente colocadas em uma panela de aço inoxidável e colocadas em um forno de convecção forçado a ar que foi ajustado para 70-90 °C durante até 15 horas para remover o solvente residual que permanece sobre o grânulo fertilizante revestido. Após um determinado período de tempo, cerca de 5 gramas do grânulo fertilizante revestido foram colocados em 95 gramas de água deionizada em temperatura ambiente (19-25 °C) e a porcentagem de liberação de nitrogênio (% de N) foi medida usando um refratômetro após 24 horas.

[68] Amostras adicionais de cada lote foram testadas quanto à resistência à abrasão. Os ensaios de resistência à

abrasão consistiam em colocar um número de esferas de aço inoxidável igualmente dimensionadas e 100 ml do fertilizante revestido em um tambor de aço inoxidável com voos igualmente espaçados. O tambor foi fechado e depois girado a 30 rotações por minuto durante 5 minutos. Após 5 minutos, as esferas de aço inoxidável foram separadas do fertilizante revestido usando uma peneira, ponto no qual aproximadamente 5 gramas da ureia revestida desgastada foram colocados em 95 gramas de água deionizada em temperatura ambiente e a % de liberação de N foi medida usando um refratômetro após 24 horas. Embora descrito aqui em relação a um forno de convecção forçado a ar, outros dispositivos podem ser usados incluindo, porém sem limitações, a secadores de disco, secadores de tambor, secadores de pás, secadores rotativos, secadores de esteira e/ou secadores de leito fluidizado.

[69] A Tabela 6 mostra a % de liberação de N antes e depois do ensaio de abrasão juntamente com o tratamento pré e pós-aquecimento. As temperaturas estão listadas em °C e o tempo em horas.

**Tabela 6.**

					% de Liberação de N em 1-Dia		
Amostra #	T pré-aquecimento	Tempo pré-aquecimento	T pré-aquecimento	Tempo pós-aquecimento	Antes do ensaio de abrasão	Após o ensaio de abrasão	Antes e após $\Delta$
9	Nenhum	0	70	15	21,06	55,49	34,43
10	Nenhum	0	70	15	28,04	51,13	23,09
11	Nenhum	0	70	15	16,12	40,23	24,11
12	Nenhum	0	70	15	11,31	25,31	14,00
13	Nenhum	0	70	15	29,47	67,62	38,15
17	Nenhum	0	70	15	19,39	65,93	46,54
18	Nenhum	0	70	15	22,94	62,35	39,41
19	105	15	70	15	12,85	20,21	7,36
20	105	15	70	15	16,04	20,12	4,08

					% de Liberação de N em 1-Dia		
Amostra #	T pré-aquecimento	Tempo pré-aquecimento	T pré-aquecimento	Tempo pós-aquecimento	Antes do ensaio de abrasão	Após o ensaio de abrasão	Antes e após $\Delta$
21	105	15	70	15	6,11	8,09	1,98
22	105	15	70	15	29,88	27,11	-2,77
23	105	15	70	15	19,18	24,02	4,84
24	105	15	70	15	15,15	19,52	4,37
25	105	15	70	15	28,08	26,59	-1,49

[70] Conforme pode ser visto nas Figuras 1A-4B, o pré-tratamento de uma superfície do grânulo fertilizante fornece uma superfície mais lisa do grânulo fertilizante. As Figuras 1A, 2A, 3A e 4 são uma ampliação de 500 vezes, enquanto que as Figuras 1B, 2B, 3B e 4B são uma ampliação de 2.000 vezes. As Figuras 1A e 1B são a amostra de controle sem pré-tratamento. As Figuras 2A e 2B são uma amostra após pré-aquecimento durante 5 horas. As Figuras 3A e 3B são a amostra nas Figuras 2A e 2B após pré-aquecimento durante 10 horas. As Figuras 4A e 4B são as amostras das Figuras 2A e 2B após pré-aquecimento durante 15 horas. Conforme pode ser visto nas figuras, uma superfície mais lisa é obtida com um aquecimento mais longo. As Figuras 1A-4B demonstram ainda que a morfologia da superfície do grânulo fertilizante sofre transformação após ser aquecida no forno de convecção forçado a ar. A amostra nas Figuras 1A e 1B, a qual não foi tratada com calor, não tem uma superfície lisa comparado com as amostras que foram aquecidas durante um período de tempo nas Figuras 2A-4B.

[71] Esta transformação também parece afetar a % de liberação de N observada após o ensaio de abrasão após 34 horas, conforme mostrado na Tabela 5. A % de liberação de N entre o ensaio antes da abrasão e após abrasão varia entre

14,00 % e 46,54 % para amostras que foram não pré-aquecidas. A diferença de % de liberação de N entre as amostras que foram pré-aquecidas varia de nenhuma alteração a 7,36 %.

[72] As amostras na Tabela 7 também foram medidas quanto à % de liberação de N após 7 dias e a porcentagem de perda de peso após tratamento pós-aquecimento.

**Tabela 7.**

% de Liberação de N							
Amostra #	T pré-aquecimento	Tempo pré-aquecimento	1 dia	7 dias	T pós-aquecimento	Tempo pós-aquecimento	% de perda de peso
14	Nenhum	0	21,36	81,62	70	15	0,40
15	Nenhum	0	18,90	77,00	70	15	0,37
16	Nenhum	0	19,78	79,09	70	15	0,24
26	105	15	25,87	69,00	70	15	0,06
27	105	15	18,58	69,29	70	15	0,10
28	105	15	13,55	65,18	70	15	0,10
29	105	15	17,86	56,26	70	15	0,06

[73] Conforme mostrado na Tabela 7, as amostras que foram pré-aquecidas tiveram uma % de liberação de N significativamente menor após 7 dias comparado com as amostras não pré-aquecidas. Além disso, as amostras pós-aquecidas (isto é, secas) que continham os grânulos fertilizantes pré-aquecidos após aplicação de um revestimento a 2 % tiveram uma perda de peso significativamente menor comparado com as amostras pós-aquecidas sem o grânulo fertilizante pré-aquecido.

[74] Modalidade 1: Processo de fabricação de um fertilizante revestido que compreende: fornecer grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos com um revestimento pelo menos parcial que compreende um polímero e uma cera; e condicionar os grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos em uma temperatura de 40 a 130 °C durante um período de 1 minuto a 4 horas para formar um

revestimento que compreende domínios interpenetrantes que compreendem domínios poliméricos e domínios de cera.

[75] Modalidade 2: O processo, de acordo com a Modalidade 1, em que o fornecimento de grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos compreende: dissolver pelo menos parcialmente um primeiro polímero e uma primeira cera em um primeiro solvente para formar uma primeira solução; dissolver pelo menos parcialmente um segundo polímero e uma segunda cera em um segundo solvente para formar uma segunda solução, em que a concentração de cera na primeira solução é diferente da concentração de cera na segunda solução; e contatar a primeira solução e a segunda solução com uma pluralidade de grânulos fertilizantes.

[76] Modalidade 3: O processo, de acordo com a Modalidade 2, em que a primeira cera e a segunda cera são as mesmas, o primeiro polímero e o segundo polímero são os mesmos e o primeiro solvente e o segundo solvente são os mesmos.

[77] Modalidade 4: O processo, de acordo com a Modalidade 1, em que o fornecimento de grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos compreende: dissolver pelo menos parcialmente um primeiro polímero e uma primeira cera em um primeiro solvente para formar uma primeira solução; dissolver pelo menos parcialmente um segundo polímero e uma segunda cera em um segundo solvente para formar uma segunda solução, em que o primeiro polímero é diferente do segundo polímero, o primeiro solvente é diferente do segundo solvente ou a primeira cera é diferente da segunda cera; e contatar a primeira solução e a segunda solução com uma pluralidade de grânulos fertilizantes.

[78] Modalidade 5: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 2 a 4 que compreende ainda a evaporação do primeiro solvente e do segundo solvente dos grânulos fertilizantes após contato com a primeira solução e a segunda solução em uma temperatura menor do que a temperatura de condicionamento.

[79] Modalidade 6: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 2 a 5, em que a primeira solução, a segunda solução, ou ambas, compreendem ainda um polímero adicional.

[80] Modalidade 7: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 1 a 6, em que a temperatura de condicionamento é 70 a 100 % da temperatura de fusão da primeira cera, segunda cera ou ambas.

[81] Modalidade 8: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 1 a 7, que compreende ainda o uso de um tambor rotativo para contatar o revestimento no grânulo fertilizante.

[82] Modalidade 9: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 1 a 8, em que os grânulos fertilizantes compreendem ureia.

[83] Modalidade 10: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 1 a 9, em que os domínios poliméricos compreendem um biopolímero.

[84] Modalidade 11: O processo, de acordo com a Modalidade 10, em que o biopolímero é um polissacarídeo, um poliéster, lignina ou uma combinação que compreende pelo menos um dos anteriores.

[85] Modalidade 12: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 1 a 11, em que os domínios de cera compreendem uma C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub> cera.

[86] Modalidade 13: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 2 a 12, em que a primeira solução e a segunda solução compreendem os mesmos polímeros.

[87] Modalidade 14: O processo, de acordo com a Modalidade 13, em que os polímeros estão na mesma concentração.

[88] Modalidade 15: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 1 a 14, em que a primeira cera e a segunda cera são a mesma cera.

[89] Modalidade 16: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 2 a 15, em que o primeiro solvente e o



segundo solvente são os mesmos.

[90] Modalidade 17: Um processo de revestimento de acordo com qualquer uma das Modalidades 1 a 16, que compreende ainda: pré-tratar o grânulo fertilizante com condições eficazes para melhorar as propriedades de aderência à superfície do revestimento para obter um grânulo fertilizante pré-tratado; e revestir pelo menos parcialmente o grânulo fertilizante pré-tratado.

[91] Modalidade 18: O processo, de acordo com a Modalidade 17, que compreende o pré-tratamento do grânulo fertilizante por meio de aquecimento em uma temperatura maior do que ou igual a 90 °C durante um período de tempo maior do que ou igual a 5 horas.

[92] Modalidade 19: O processo, de acordo com a Modalidade 18, em que o grânulo fertilizante pré-tratado compreende uma superfície nivelada.

[93] Modalidade 20: O processo, de acordo com qualquer uma das Modalidades 17 a 19, em que o grânulo fertilizante pré-tratado tem uma porcentagem de liberação de nitrogênio após 7 dias menor do que ou igual a 70 %, de preferência menor do que ou igual a 65 %, mais preferivelmente menor do que ou igual a 60 %.

[94] As formas no singular "um", "uma", "o" e "a" incluem as referências no plural, a menos que o contexto dite claramente o contrário. "Ou" significa "e/ou". Os pontos finais de todas as faixas dirigidas ao mesmo componente ou propriedade são inclusivos e independentemente combináveis. O sufixo "(s)", conforme usado aqui, se destina a incluir tanto o singular quanto o plural do termo que ele modifica, incluindo pelo menos um deste termo (por exemplo, "colorante(s)" inclui pelo menos um colorante). "Opcional" ou "opcionalmente" significa que o evento ou circunstância posteriormente descrito pode ou não ocorrer e que a descrição inclui casos nos quais o evento ocorre e casos nos quais não ocorre. A menos que definido o contrário, os termos técnicos e científicos usados aqui têm o mesmo significado conforme

comumente entendido por aqueles versados na técnica à qual a presente invenção pertence. Substancialmente, conforme descrito aqui se refere, em geral, a mais do que ou igual a 75 %, por exemplo, mais do que ou igual a 75 %, por exemplo, mais do que ou igual a 95 %.

[95] Conforme usado aqui, uma "combinação" é inclusiva de misturas, blendas, ligas, produtos de reação e assim por diante. Os compostos são descritos usando a nomenclatura padrão. Por exemplo, qualquer posição não substituída por qualquer grupo indicado é entendida como tendo sua valência preenchida por uma ligação conforme indicado ou um átomo de hidrogênio. Um traço ("-") que não está entre duas letras ou símbolos é usado para indicar um ponto de conexão a um substituinte. Por exemplo, -CHO é ligado através do carbono do grupo carbonila.

[96] Todas as referências citadas aqui são incorporadas por referência na íntegra. Embora tenham sido apresentadas modalidades típicas para fins de ilustração, as descrições anteriores não devem ser consideradas como uma limitação ao escopo da presente invenção. Adequadamente, várias modificações, adaptações e alternativas podem ocorrer para aqueles versados na técnica sem se afastar do espírito e escopo do presente documento.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo de fabricação de um fertilizante revestido, **caracterizado por** compreender:

fornecer grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos com um revestimento pelo menos parcial que compreende um polímero e uma cera; e

condicionar os grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos em uma temperatura de 40 a 130 °C durante um período de 1 minuto a 4 horas para formar um revestimento que compreende domínios interpenetrantes que compreendem domínios poliméricos a 50 a 90% em peso com base no peso total do revestimento e domínios de cera a 20 a 50% em peso com base no peso total do revestimento.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fornecimento de grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos compreender:

dissolver pelo menos parcialmente um primeiro polímero e uma primeira cera em um primeiro solvente para formar uma primeira solução;

dissolver pelo menos parcialmente um segundo polímero e uma segunda cera em um segundo solvente para formar uma segunda solução, em que a concentração de cera na primeira solução é diferente da concentração de cera na segunda solução; e

contatar a primeira solução e a segunda solução com uma pluralidade de grânulos fertilizantes.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pela** primeira cera e a segunda cera serem as mesmas, o primeiro polímero e o segundo polímero serem os mesmos e o primeiro solvente e o segundo solvente serem os mesmos.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fornecimento de grânulos fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos compreender:

dissolver pelo menos parcialmente um primeiro polímero e uma primeira cera em um primeiro solvente para formar uma primeira solução;

dissolver pelo menos parcialmente um segundo polímero e uma segunda cera em um segundo solvente para formar uma segunda solução, em que o primeiro polímero é diferente do segundo polímero, o primeiro solvente é diferente do segundo solvente ou a primeira cera é diferente da segunda cera; e

contatar a primeira solução e a segunda solução com uma pluralidade de grânulos fertilizantes.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 4, **caracterizado por** compreender ainda a evaporação do primeiro solvente e do segundo solvente dos grânulos fertilizantes após contato com a primeira solução e a segunda solução em uma temperatura menor do que a temperatura de condicionamento.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 5, **caracterizado pela** primeira solução, a segunda solução, ou ambas, compreenderem ainda um polímero adicional.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pela** temperatura de condicionamento ser 70 a 100 % da temperatura de fusão da primeira cera, segunda cera ou ambas.

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado por** compreender ainda o uso de um tambor rotativo para contatar o revestimento no grânulo fertilizante.

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelos** grânulos fertilizantes compreenderem ureia, em que os domínios poliméricos compreendem um biopolímero, em que o biopolímero é um polissacarídeo, um poliéster, lignina ou uma combinação

que compreende pelo menos um dos anteriores.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelos** domínios de cera compreenderem uma cera C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>.

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 10, **caracterizado pela** primeira solução e a segunda solução compreenderem os mesmos polímeros.

12. Processo de fabricação de um fertilizante revestido, **caracterizado por** compreender:

pré-tratar o grânulo fertilizante aquecendo o grânulo fertilizante a uma temperatura maior ou igual a 90°C para obter um grânulo fertilizante pré-tratado; e

revestir pelo menos parcialmente o grânulo fertilizante pré-tratado com um revestimento compreendendo um polímero e uma cera; e

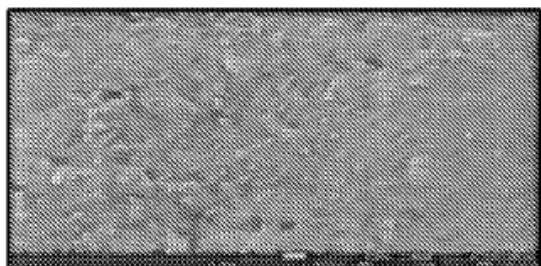
condicionar os grânulos de fertilizantes pelo menos parcialmente revestidos a uma temperatura de 40 a 130°C por um tempo de 1 minuto a 4 horas, para formar um revestimento compreendendo domínios interpenetrantes compreendendo 50 a 90% em peso de domínios de polímero com base no peso total do revestimento e 20 a 50% em peso de domínios de cera com base no peso total do revestimento.

13. Processo, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado por** compreender o pré-tratamento do grânulo fertilizante por meio de aquecimento em uma temperatura maior do que ou igual a 90 °C durante um período de tempo maior do que ou igual a 5 horas.

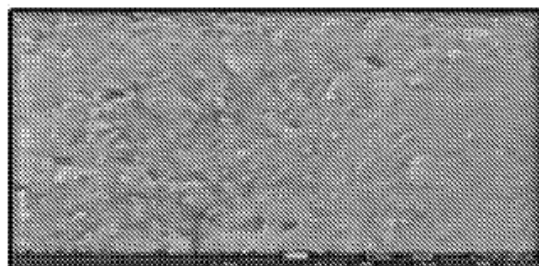
14. Processo, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo** grânulo fertilizante pré- tratado compreender uma superfície nivelada.

15. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, **caracterizado pelo** grânulo fertilizante pré-tratado ter uma porcentagem de liberação de

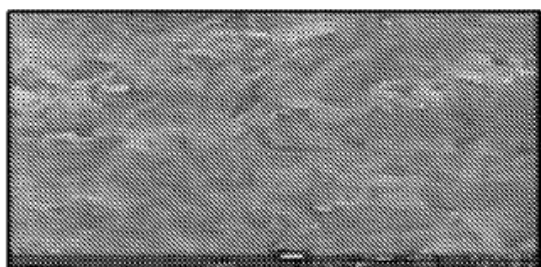
nitrogênio após 7 dias menor do que ou igual a 70%.



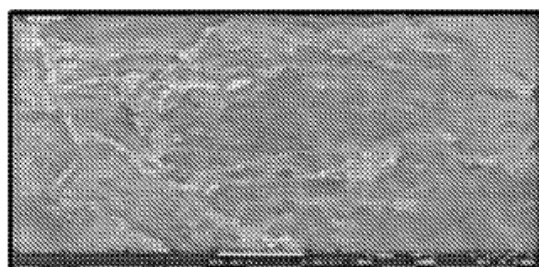
*Fig. 1A*



*Fig. 1B*



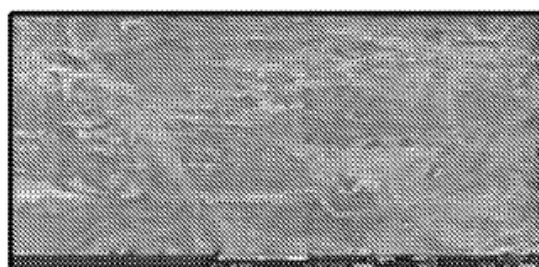
*Fig. 2A*



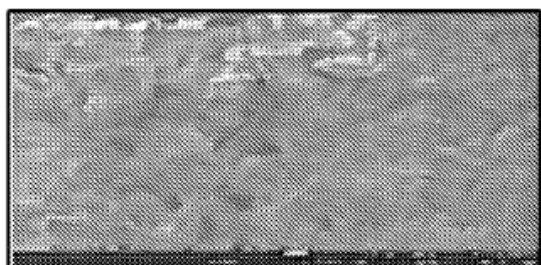
*Fig. 2B*



*Fig. 3A*



*Fig. 3B*



*Fig. 4A*



*Fig. 4B*