



* B R 1 0 2 0 2 3 0 0 4 8 7 6 A 2 *

República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102023004876-5 A2

(22) Data do Depósito: 15/03/2023

(43) Data da Publicação Nacional:
26/09/2023

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA MONITORAR A COLOCAÇÃO DE SEMENTES NO SOLO DURANTE A EXECUÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE PLANTIO

(51) Int. Cl.: A01C 7/10.

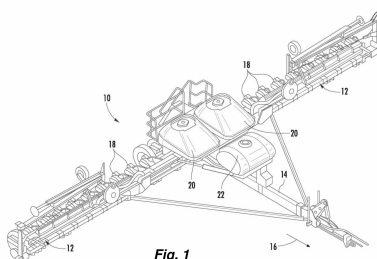
(52) CPC: A01C 7/105.

(30) Prioridade Unionista: 17/03/2022 US 17/697413.

(71) Depositante(es): CNH INDUSTRIAL AMERICA LLC.

(72) Inventor(es): MICHAEL CHRISTOPHER CONBOY; TREVOR STANHOPE.

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO PARA MONITORAR A COLOCAÇÃO DE SEMENTES NO SOLO DURANTE A EXECUÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE PLANTIO. A presente invenção refere-se a um sistema para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio e inclui uma unidade de linha (18) configurada para criar um sulco (39) no solo para depositar sementes (43, 45) e para fechar o sulco após as sementes terem sido depositadas no mesmo, onde as sementes depositadas dentro do solo incluem sementes reais e sementes artificiais. O sistema (100) pode incluir ainda um sensor de sementes (80) suportado em relação à unidade de linha (18) e configurado para gerar dados indicativos das sementes artificiais conforme plantadas sob uma superfície do solo de acordo com uma propriedade dielétrica das sementes artificiais. Além disso, o sistema (100) pode incluir um sistema de computação (102) configurado para receber os dados gerados pelo sensor de sementes (80) e para determinar um parâmetro relacionado à semente associado às sementes artificiais plantadas sob a superfície do solo com base, pelo menos em parte, nos dados gerados pelo sensor de sementes (80).



“SISTEMA E MÉTODO PARA MONITORAR A COLOCAÇÃO DE SEMENTES NO SOLO DURANTE A EXECUÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE PLANTIO”

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção refere-se, em geral, a operações de plantio realizadas usando um implemento de plantio, tal como uma plantadeira ou semeadora e, mais particularmente, a sistemas e métodos para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio usando sementes artificiais.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0002] Os implementos de plantio, como plantadeiras, são geralmente conhecidos por realizar operações de plantio em um campo. Uma plantadeira típica inclui uma pluralidade de unidades de linha, com cada unidade de linha incluindo várias ferramentas de penetração no solo para criar um sulco dentro do solo, colocar uma semente dentro do sulco e fechar o solo ao redor da semente. Tipicamente, para monitorar a operação de uma determinada unidade de linha, é frequentemente fornecido um sensor para detectar as sementes à medida que passam por um tubo de sementes da unidade de linha antes de serem depositadas dentro do sulco. Esses dados do sensor são então usados para estimar certos parâmetros relacionados à semente, como a taxa de semeadura ou a densidade populacional. No entanto, como o sensor do tubo de sementes está detectando as sementes antes de sua deposição no solo, os dados do sensor associado não podem ser usados para estimar com precisão os parâmetros relacionados à colocação das sementes no solo, tal como a profundidade da semente ou o espaçamento entre as sementes, particularmente porque as sementes podem pular, rolar ou cair fora do alvo quando são jogadas a partir do tubo de sementes no sulco. As sementes também podem ser deslocadas durante o processo de fechamento do sulco, o que não pode ser detectado pelo sensor do tubo de sementes.

[0003] Conseqüentemente, um sistema e método melhorados para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio seriam bem-vindos na tecnologia.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0004] Aspectos e vantagens da presente invenção serão apresentados, em parte, na descrição a seguir, ou podem ser óbvios a partir da descrição, ou podem ser aprendidos através da prática da presente invenção.

[0005] Em um aspecto, a presente invenção é direcionada a um sistema para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio. O sistema pode incluir uma unidade de linha configurada para depositar sementes dentro do solo, a unidade de linha inclui um conjunto de abertura de sulco configurado para criar um sulco no solo para depositar as sementes e um conjunto de fechamento de sulco configurado para fechar o sulco após as sementes terem sido depositadas nele, em que as sementes depositadas no solo incluem sementes reais e sementes artificiais. O sistema pode incluir, ainda, um sensor de sementes suportado em relação à unidade de linha e configurado para gerar dados indicativos das sementes artificiais conforme plantadas sob uma superfície do solo de acordo com uma propriedade dielétrica das sementes artificiais. Adicionalmente, o sistema inclui um sistema de computação comunicativamente acoplado ao sensor de sementes. O sistema de computação pode ser configurado para receber os dados gerados pelo sensor de sementes e para determinar um parâmetro relacionado à semente associado às sementes artificiais plantadas sob a superfície do solo com base, pelo menos em parte, nos dados gerados pelo sensor de sementes.

[0006] Em outro aspecto, a presente invenção é direcionada a um método para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio por uma unidade de linha configurada para depositar

sementes no solo, onde a unidade de linha inclui um conjunto de abertura de sulco configurado para criar um sulco no solo para depositar as sementes e um conjunto de fechamento de sulco configurado para fechar o sulco após as sementes terem sido depositadas no mesmo. O método pode incluir depositar sementes reais no sulco durante a execução da operação de plantio e depositar seletivamente sementes artificiais no sulco durante a execução da operação de plantio. O método pode incluir, ainda, receber, com um dispositivo de computação, dados gerados por um sensor de sementes suportado em relação à unidade de linha, sendo os dados indicativos das sementes artificiais conforme plantadas sob uma superfície do solo pela unidade de linha durante a operação de plantio. Além disso, o método pode incluir a determinação, com o dispositivo de computação, de um parâmetro relacionado à semente associado às sementes artificiais plantadas sob a superfície do solo com base, pelo menos em parte, nos dados gerados pelo sensor de sementes.

[0007] Estas e outras características, aspectos e vantagens da presente invenção serão mais bem compreendidos com referência à descrição e reivindicações a seguir. Os desenhos em anexo, que são incorporados e constituem uma parte deste relatório descritivo, ilustram exemplos de realização da invenção e, juntamente com a descrição, servem para explicar os princípios da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0008] Uma descrição completa e capacitante da presente invenção, incluindo o melhor modo da mesma, dirigida para um profissional versado na técnica, é apresentada no relatório descritivo, que faz referência às figuras anexas, nas quais:

A Figura 1 ilustra uma vista em perspectiva de uma realização de um implemento de plantio de acordo com aspectos da presente invenção;

A Figura 2 ilustra uma vista lateral de uma realização de uma unidade de linha adequada para uso em um implemento de plantio de acordo com aspectos da presente invenção;

A Figura 3 ilustra um arranjo de fornecimento de sementes de uma unidade de linha para fornecer sementes de diferentes tipos a serem plantadas de acordo com aspectos da presente invenção;

A Figura 4 ilustra uma vista esquemática de um sistema para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio de acordo com aspectos da presente invenção; e

A Figura 5 ilustra um fluxograma de uma realização de um método para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio de acordo com aspectos da presente invenção.

[0009] O uso repetido de caracteres de referência no presente relatório descritivo e desenhos destina-se a representar as mesmas características ou elementos análogos da presente tecnologia.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[0010] Agora será feita referência em detalhes às realizações exemplificativa da presente invenção, em que um ou mais exemplos de tais realizações são ilustrados nos desenhos. Cada exemplo é fornecido a título de explicação da presente invenção, não como limitação da invenção. Na verdade, será evidente para aqueles técnicos no assunto que várias modificações e variações podem ser feitas na presente invenção sem se afastar do escopo ou do espírito da invenção. Por exemplo, os recursos ilustrados ou descritos como parte de uma realização podem ser usados com outra realização para produzir ainda um exemplo de realização adicional. Assim, é pretendido que a presente invenção cubra tais modificações e variações que vêm dentro do escopo das reivindicações anexas e suas características equivalentes.

[0011] Em geral, a presente invenção é direcionada a sistemas e

métodos para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio. Especificamente, em várias realizações, um implemento de plantio pode incluir uma pluralidade de unidades de linha, com cada unidade de linha incluindo várias ferramentas de penetração no solo para criar um sulco dentro do solo, colocar uma semente dentro do sulco e fechar o solo ao redor da semente. Além disso, uma ou mais das unidades de linha também podem incluir ou estar associadas a um sensor de sementes configurado para detectar as sementes dentro do solo. Por exemplo, em algumas realizações, o sensor de sementes pode corresponder a um sensor sem contato, tal como um radar de penetração no solo (GPR) ou um sensor de indução eletromagnética (EMI), configurado para detectar sementes localizadas sob o solo (por exemplo, após o fechamento do sulco) com base em respostas eletromagnéticas (por exemplo, ondas de rádio refletidas ou um campo eletromagnético gerado) recebidas de acordo com uma propriedade dielétrica (por exemplo, condutividade elétrica e/ou permissividade) das sementes. No entanto, esses sensores sem contato podem ter certas limitações em termos de detecção de sementes sob o solo. Por exemplo, quando o solo tem um teor mais alto de umidade e/ou argila, o solo causa maior atenuação das ondas geradas por um GPR, o que significa que as ondas GPR não podem penetrar tão profundamente no solo. Da mesma forma, as sementes normalmente têm baixa ou nenhuma condutividade, o que as torna difíceis de detectar com um sensor EMI, pois um campo EMI secundário gerado em resposta à semente será muito fraco.

[0012] Assim, de acordo com aspectos da presente invenção, as unidades de linha associadas aos sensores de sementes podem ser configuradas para fornecer seletivamente uma semente artificial a ser plantada com, ou em vez de, uma semente real, por exemplo, em áreas de potencial sobreposição (por exemplo, em curvas de cabeceira), em determinados

intervalos prescritos ao longo de retas, ou sob demanda. As sementes artificiais são configuradas para serem mais detectáveis pelos sensores de sementes do que as sementes reais. Por exemplo, as sementes artificiais podem ter uma propriedade dielétrica (isto é, uma permissividade e/ou condutividade) que é diferente da propriedade dielétrica das sementes reais. Desse modo, os sensores de sementes são capazes de detectar facilmente as sementes artificiais, mesmo quando o solo tem um maior teor de umidade e/ou argila. Os dados gerados pelo(s) sensor(es) de sementes indicativos pelo menos das sementes artificiais podem então ser comunicados a um sistema de computação configurado para determinar e/ou monitorar um ou mais parâmetros relacionados a semeadura das sementes artificiais com base nos dados do sensor, tais como a profundidade da semente, posição da semente dentro de uma vala e/ou semelhantes, bem como um ou mais outros parâmetros relacionados à semente, como espaçamento relativo das sementes, população de sementes, sobreposição de linha e/ou parâmetros semelhantes. Os parâmetros relacionados às sementes das sementes artificiais também podem ser usados para determinar os parâmetros relacionados às sementes das sementes reais. Por exemplo, os parâmetros relacionados às sementes das sementes reais podem ser inferidos como os mesmos que os parâmetros relacionados às sementes das sementes artificiais. Consequentemente, os parâmetros relacionados às sementes das sementes reais podem ser monitorados de forma mais fácil e confiável monitorando os parâmetros relacionados às sementes das sementes artificiais.

[0013] Com referência agora aos desenhos, a Figura 1 ilustra uma vista em perspectiva de uma realização de um implemento de plantio (por exemplo, uma plantadeira 10) de acordo com aspectos da presente invenção. Conforme mostrado na Figura 1, a plantadeira 10 pode incluir uma barra de ferramentas ou conjunto estrutural 12 que se estende lateralmente conectado

em seu meio a uma barra de reboque que se estende para a frente 14 para permitir que a plantadeira 10 seja rebocada por um veículo de trabalho (não mostrado), tal como um trator agrícola, em uma direção de deslocamento (por exemplo, conforme indicado pela seta 16). O conjunto estrutural 12 em geral pode suportar uma pluralidade de unidades de plantio de sementes (ou unidades de linha) 18. Como é geralmente entendido, cada unidade de linha 18 pode ser configurada para depositar sementes a uma profundidade desejada abaixo da superfície do solo e a um espaçamento de sementes desejado à medida que a plantadeira 10 está sendo rebocada pelo veículo de trabalho, estabelecendo assim linhas/fileiras de sementes plantadas. Em algumas realizações, a maior parte das sementes que serão plantadas pode ser armazenada em uma ou mais tremonhas ou tanques de sementes 20. Assim, conforme as sementes são plantadas pelas unidades de linha 18, um sistema de distribuição pneumática pode distribuir sementes adicionais a partir dos tanques de sementes 20 para as unidades de linha individuais 18 através de uma ou mais linhas de distribuição. Além disso, um ou mais tanques de fluido 22 podem armazenar fluidos agrícolas, tais como inseticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes e/ou semelhantes.

[0014] Vale ressaltar que, para fins ilustrativos, apenas uma parte das unidades de linha 18 da plantadeira 10 foi mostrada na Figura 1. Em geral, a plantadeira 10 pode incluir qualquer número de unidades de linha 18, como 6, 8, 12, 16, 24, 32 ou 36 unidades de linha. Além disso, deve ser observado que o espaçamento lateral entre as unidades de linha 18 pode ser selecionado com base no tipo de cultura sendo plantada. Por exemplo, as unidades de linha 18 podem ser espaçadas a aproximadamente 76 centímetros (30 polegadas) entre si para o plantio de milho, e aproximadamente 38 centímetros (15 polegadas) entre si para o plantio de soja.

[0015] Também deve-se observar que a configuração da plantadeira 10 descrita acima e mostrado na Figura 1 é fornecida apenas para

colocar a presente invenção em um campo exemplificativo de uso. Assim, deve ser considerado que a presente invenção pode ser facilmente adaptável a qualquer tipo de configuração de plantadeira ou qualquer outra configuração de implemento de plantio, incluindo semeadoras.

[0016] Com referência agora à Figura 2, é ilustrada uma vista lateral de uma realização de uma unidade de linha 18 de acordo com aspectos da presente invenção. Conforme mostrado, a unidade de linha 18 inclui um conjunto de ligação 24 configurado para fixar a unidade de linha 18 à barra de ferramentas ou conjunto estrutural 12 da plantadeira 10. Conforme mostrado na Figura 2, a unidade de linha 18 também inclui um conjunto de abertura de sulco 26, um conjunto de fechamento de sulco 28 e uma roda compactadora 30. Em geral, o conjunto de abertura de sulco 26 pode incluir uma roda reguladora de profundidade (ou roda calibradora) (não mostrada) operacionalmente conectada a uma estrutura 34 da unidade de linha 18 por meio de um braço de suporte 36. Além disso, o conjunto de abertura 26 também pode incluir um ou mais discos de abertura 38 configurados para escavar uma vala ou sulco 39 no solo e um ponto de fixação 32. A roda reguladora de profundidade não é mostrada para melhor ilustrar o disco de abertura 38. Como é geralmente entendido, a roda reguladora de profundidade pode ser configurada para penetrar na superfície do campo, com a altura do(s) disco(s) de abertura 38 sendo ajustada em relação à posição da roda reguladora de profundidade para definir a profundidade desejada do sulco 39 sendo escavado. Além disso, como mostrado, o conjunto de fechamento de sulco 28 pode incluir um ou mais discos de fechamento 40 configurados para fechar o sulco 39 após as sementes 43, 45 terem sido depositadas no mesmo. A roda compactadora 30 pode então ser configurada para rolar sobre o sulco fechado 39 para firmar o solo sobre as sementes 43, 45 e promover o contato favorável das sementes com o solo.

[0017] Além disso, conforme mostrado nas Figuras 2 e 3, a unidade

de linha 18 pode incluir uma ou mais tremonhas 42, 44 e, opcionalmente, um tanque de fluido 46 suportado na estrutura 34. Em geral, a(s) tremonha(s) de sementes 42, 44 pode(m) ser configurada(s) para armazenar sementes recebidas a partir dos tanques de sementes 20 que devem ser depositadas dentro do sulco 39 à medida que a unidade de linha 18 se desloca sobre e através do campo. Por exemplo, em várias realizações, a unidade de linha 18 pode incluir uma primeira tremonha de sementes 42 configurada para armazenar sementes 43 (Figura 3) de um primeiro tipo de sementes e uma segunda tremonha 44 configurada para armazenar sementes 45 (Figura 3) de um segundo tipo de sementes. Em outra realização, a unidade de linha 18 pode incluir mais de duas tremonhas de sementes, com cada tremonha de sementes armazenando um tipo diferente de sementes. Alternativamente, uma única tremonha de sementes pode ser usada para armazenar mais de um tipo de sementes. Por exemplo, uma única tremonha de sementes pode ser dividida internamente (por exemplo, através de parede(s) divisória(s)) de modo a definir câmaras ou compartimentos de sementes separados para armazenar diferentes tipos de sementes. Além disso, o tanque de fluido 46 pode ser configurado para armazenar fluido recebido a partir do tanque de fluido 22 (Figura 1), que deve ser pulverizado nas sementes distribuídas pelos tremonhas de sementes 42, 44 ou enquanto as sementes 43, 45 são mantidas dentro das tremonhas de sementes 42, 44.

[0018] Além disso, em uma realização, a unidade de linha 18 pode incluir dois dosadores de sementes 50A, 50B fornecidos em associação operacional com a(s) tremonha(s) de sementes 42, 44. Em geral, o primeiro dosador de sementes 50A pode ser configurado para liberar sementes 43 (Figura 3) recebidas da primeira tremonha de sementes 42 para depositar dentro do sulco 39, enquanto o segundo dosador de sementes 50B pode ser configurado para liberar sementes 45 (Figura 3) recebidas da segunda tremonha de

sementes 44 para depositar dentro do sulco 39. Por exemplo, os dosadores de sementes 50A, 50B podem, cada um, ser acoplados a uma respectiva fonte de vácuo adequada 52A, 52B (por exemplo, um soprador acionado por um motor com tubulação ou mangueiras associadas) configurado para gerar um vácuo ou pressão negativa que liga as sementes a um respectivo disco giratório de sementes (não mostrado) do respectivo dosador de sementes 50A, 50B, que controla a taxa na qual as sementes saem do respectivo dosador de sementes 50A, 50B para um respectivo tubo de sementes 54A, 54B. Os tubos de sementes 54A, 54B podem se estender verticalmente entre o dosador de sementes 50A, 50B e o solo para facilitar a entrega da saída de sementes a partir do dosador de sementes 50A, 50B para o sulco 39. Como será descrito abaixo em mais detalhes, o dosador de sementes 50A e a fonte de vácuo 52A podem ser operados separadamente do dosador de sementes 50B e da fonte de vácuo 52B de modo que as sementes 43 armazenadas na primeira tremonha 42 de sementes possam ser dispensadas no sulco 39 com ou separadamente das sementes 45 armazenadas na segunda tremonha 44 de sementes. Por exemplo, o dosador de sementes 50A e a fonte de vácuo 52A podem ser configurados para medir consistentemente as sementes 43 (por exemplo, de acordo com uma densidade populacional desejada) durante uma operação de plantio, enquanto o dosador de sementes 50B e a fonte de vácuo 52B podem ser configurados para dosar seletivamente as sementes 45 durante a operação de plantio. Por exemplo, o dosador de sementes 50B pode ser controlado para girar apenas quando uma determinada semente 45 for dispensada.

[0019] Com referência ainda à Figura 2, um ou mais sensores de sementes 80 também podem ser suportados em relação a cada unidade de linha 18. Em geral, o(s) sensor(es) de sementes 80 pode(m) ser configurado(s) para gerar dados indicativos da colocação das sementes depositadas 43, 45 dentro do solo, permitindo assim que um ou mais parâmetros relacionados à semente

sejam determinados para a operação de plantio associada (por exemplo, profundidade/posição individual da semente, espaçamento relativo da semente, população de sementes, ausência de sementes, etc.). Em várias realizações, o(s) sensor(es) de sementes 80 pode(m) ser configurado(s) para detectar sementes 43, 45 localizadas abaixo da superfície do solo (por exemplo, após o fechamento do sulco 39). Em tais realizações, o(s) sensor(es) de sementes 80 pode(m) geralmente ser configurado(s) para serem instalados ou posicionados de outra forma em relação à unidade de linha 18 de modo que o(s) sensor(es) 80 tenha(m) um campo de visão ou zona de detecção 82 direcionado para a superfície do solo em um local atrás do conjunto de fechamento de sulcos 28 (por exemplo, em relação à direção de deslocamento 16 da plantadeira 10). Por exemplo, como mostrado na Figura 2, o(s) sensor(es) de sementes 80 é(são) suportado(s) em relação à unidade de linha 18 (por exemplo, por meio de um braço de suporte 84 acoplado a um braço de suporte associado 31 da roda compactadora 30) de modo que o sensor(es) 80 seja(m) configurado(s) para gerar dados associados a uma parte do campo localizada imediatamente atrás da ferramenta de penetração no solo mais atrás da unidade de linha 18 (por exemplo, da roda compactadora 30). No entanto, em outras realizações, a zona de detecção 82 do(s) sensor(es) 80 pode ser direcionada para qualquer outro local adequado que permita que o(s) sensor(es) 80 detecte(m) sementes 43, 45 posicionadas abaixo da superfície do solo, tal como em um local entre o conjunto de fechamento do sulco 28 e a roda compactadora 30.

[0020] Em várias realizações, o(s) sensor(es) de sementes 80 pode(m) corresponder a um sensor sem contato configurado para detectar sementes 43, 45 localizadas abaixo da superfície do solo. Por exemplo, em uma realização, o(s) sensor(es) de sementes 80 pode(m) ser um radar de penetração no solo (GPR) configurado para detectar sementes depositadas sob a superfície do solo. Em tal realização, o(s) sensor(es) de sementes 80 pode(m), por

exemplo, incluir um ou mais pares de transmissores e receptores, com o(s) transmissor(es) sendo(s) configurado(s) para transmitir ondas eletromagnéticas para e através do solo, sendo o(s) receptor(es) configurado(s) para detectar as ondas como refletidas das características da subsuperfície (por exemplo, sementes). Em algumas realizações, o(s) sensor(es) de sementes 80 pode(m) adicionalmente, ou alternativamente, incluir um ou mais sensores de indução eletromagnética (EMI). Em tal realização, os sensores de sementes 80 podem, por exemplo, incluir uma ou mais bobinas transmissoras configuradas para criar um campo eletromagnético flutuante no solo que induz uma corrente no objeto alvo condutor e um ou mais receptores configurados para analisar um campo eletromagnético secundário gerado pela corrente induzida. No entanto, deve-se considerar que o(s) sensor(es) de sementes 80 pode(m) corresponder a qualquer outro sensor sem contato adequado capaz de detectar sementes depositadas sob a superfície do solo.

[0021] Quando o GPR é utilizado, as ondas geradas pelo(s) GPR(s) 80 são refletidas nas sementes devido ao contraste entre uma propriedade dielétrica (por exemplo, a permissividade e/ou condutividade) do solo e uma propriedade dielétrica das sementes. O solo úmido e/ou com alto teor de argila geralmente tem uma permissividade e uma condutividade mais altas do que o solo seco e/ou arenoso, e geralmente tem uma permissividade e uma condutividade mais altas do que as sementes. Embora o aumento do contraste dielétrico entre o solo e as sementes deva mostrar melhor detectabilidade das sementes em solo úmido e/ou argiloso em relação ao solo mais seco e/ou arenoso, em geral é mais difícil identificar onde as sementes estão localizadas em solo úmido e/ou argiloso, pois a maior permissividade e a maior condutividade do solo causam maior atenuação das ondas geradas pelo(s) GPR(s) 80. Uma maior atenuação significa que as ondas não podem penetrar tão profundamente para detectar as sementes. Da mesma forma, quando são

utilizados sensores EMI, a força do campo eletromagnético secundário gerado pela corrente induzida depende da condutividade elétrica do objeto alvo. Por exemplo, materiais mais condutores (por exemplo, metais) geralmente geram campos secundários mais fortes e, portanto, mais detectáveis do que materiais menos condutores. As sementes normalmente têm uma condutividade muito baixa, o que significa que o campo secundário gerado pela corrente induzida através das sementes é fraco e, portanto, difícil de detectar com precisão.

[0022] Assim, de acordo com aspectos da presente invenção, a unidade de linha 18 pode ser configurada para depositar uma semente artificial com ou no lugar de uma semente real onde as sementes artificiais são mais detectáveis pelo(s) sensor(es) de sementes 80 do que as sementes reais. Por exemplo, as sementes 43 recebidas pela primeira tremonha de sementes 42 podem ser sementes reais (por exemplo, sementes de plantas que podem amadurecer em uma planta, tal como sementes de culturas), enquanto as sementes 45 recebidas pela segunda tremonha de sementes 44 podem ser sementes artificiais (por exemplo, sementes manufaturadas que não irão amadurecer em uma planta, tal como sementes não vegetais). As sementes artificiais 45 podem ter um tamanho e/ou forma semelhante às sementes reais 43, de modo que as sementes artificiais 45 terão uma colocação semelhante no sulco 39 tal como as sementes reais 43. As sementes artificiais 45 têm uma propriedade dielétrica (por exemplo, a permissividade e/ou condutividade) que é diferente das sementes reais 43, de modo que haja uma interação diferente entre a energia eletromagnética gerada pelo(s) sensor(es) de sementes 80 e as sementes artificiais 45 do que uma interação entre a energia eletromagnética gerada pelo(s) sensor(es) de sementes 80 e as sementes reais 43 de uma forma que permita que as sementes artificiais 45 sejam mais visíveis para o(s) sensor(es) de sementes 80 do que as sementes reais 43. Assim, um ou mais parâmetros relacionados à semente(s) das sementes reais 43 podem ser

inferidos com base no(s) parâmetro(s) relacionado(s) às sementes das sementes artificiais 45.

[0023] Por exemplo, em várias realizações, as sementes artificiais 45 podem ter uma condutividade que é maior do que a condutividade das sementes reais 43. Mais particularmente, as sementes reais têm uma condutividade que é muito baixa ou essencialmente zero quando podem ser germinadas, enquanto as sementes artificiais 45 podem ser feitas de materiais com condutividade elétrica muito alta (por exemplo, metais), de modo que as sementes artificiais 45 sejam essencialmente “condutores elétricos perfeitos”. Por exemplo, as sementes artificiais 45 podem ser feitas de metais, incluindo, entre outros, aço inoxidável com condutividade elétrica de aproximadamente 11.000 Siemens/centímetro [S/cm], chumbo com condutividade elétrica de aproximadamente 45.600 S/cm, solda com condutividade elétrica de aproximadamente 70.000 S/cm, ferro com condutividade elétrica de aproximadamente 103.000, níquel com condutividade elétrica de aproximadamente 144.900 S/cm, alumínio com condutividade elétrica de 381.600 S/cm e/ou qualquer outro material adequado com condutividade elétrica superior, tal como, mas não se limitando a, grafite com uma condutividade elétrica de aproximadamente 10.000 S/cm, magnetita com uma condutividade elétrica de aproximadamente 100 S/cm e/ou similares. As sementes artificiais 45 com uma condutividade elétrica mais alta podem ser mais visíveis para os sensores GPR e EMI.

[0024] Em algumas realizações, as sementes artificiais 45 têm uma permissividade que é diferente da permissividade das sementes reais 43. Por exemplo, a permissividade das sementes reais (por exemplo, milho) pode ter uma permissividade dielétrica entre 3-5, enquanto as sementes artificiais 45 podem ser feitas de um metal com uma permissividade dielétrica de aproximadamente 1, grafite com uma permissividade dielétrica de

aproximadamente 18, magnetita com uma permissividade dielétrica entre 33-81 e/ou qualquer outro material adequado. A permissividade diferente das sementes artificiais 45 geralmente pode melhorar a visibilidade para o GPR.

[0025] Deve-se considerar que, ao fornecer dosadores de sementes 50A, 50B separados para dispensar as sementes reais 43 e as sementes artificiais 45, as sementes artificiais 45 podem ser depositadas com as sementes reais 43 de modo que o rendimento potencial para o campo permaneça o mesmo. Da mesma forma, as sementes artificiais 45 podem ser depositadas seletivamente em vez das sementes reais 43, como quando uma condição de erro é suspeita ou confirmada, para evitar que as sementes reais 43 sejam potencialmente plantadas de forma inadequada e sejam desperdiçadas. Deve-se considerar ainda que, em algumas realizações, as sementes artificiais 45 podem ser misturadas com as sementes reais 43 em um ou mais das tremonhas de sementes 20, 42, 44, de modo que a unidade de linha 18 inclua apenas um dosador de sementes e uma fonte de vácuo, e as sementes artificiais 45 são depositadas aleatoriamente no sulco 39 no lugar das sementes reais 43, o que proporciona economia de custos e reduz o peso da unidade de linha 18.

[0026] Além disso, em várias realizações, a unidade de linha 18 também pode incluir um ou mais sensores 90, 92 para gerar dados indicativos do tempo e/ou frequência com que as sementes são depositadas no sulco 39 entre os conjuntos de abertura e fechamento 26, 28. Por exemplo, como mostrado na realização ilustrada, a unidade de linha 18 pode incluir um ou mais sensores de tubo de sementes 90 configurados para detectar sementes à medida que caem ou de outra forma se deslocam através do(s) tubo(s) de sementes 54A, 54B. Em tal realização, o(s) sensor(es) de tubo de semente 90 pode(m), em geral, corresponder a qualquer sensor ou dispositivo de detecção adequado configurado para detectar sementes que passam pelo(s) tubo(s) de sementes 54A, 54B (por exemplo, se caindo através do(s) tubo(s) 54A, 54B por

gravidade ou sendo transportadas através do(s) tubo(s) de sementes 54A, 54B por meio de uma correia acionada ou outro meio de transporte de sementes que se estende dentro do(s) tubo(s) de semente 54A, 54B). Por exemplo, o(s) sensor(es) de tubo de sementes 90 pode(m) corresponder a um sensor óptico (por exemplo, um sensor de interrupção de feixe (*break-beam*) ou um sensor de refletância), um sensor de micro-ondas, um sensor de efeito Hall e/ou semelhantes.

[0027] Além do(s) sensor(es) do tubo de sementes 90 (ou como uma alternativa a eles), a unidade de linha 18 pode incluir outros sensores para gerar dados indicativos do tempo e frequência com que as sementes são depositadas no sulco 39. Por exemplo, como mostrado na realização ilustrada, a unidade de linha 18 pode incluir um ou mais sensores de dosador de sementes 92 configurados para detectar sementes que estão sendo ou serão descarregadas a partir do(s) dosador(es) de sementes 50A, 50B. Especificamente, em uma realização, o(s) sensor(es) do dosador de sementes 92 pode(m) corresponder a um sensor pós-singulação posicionado(s) dentro do(s) dosador(es) de sementes 50A, 50B de modo que a zona de detecção do sensor esteja alinhada com um local dentro de uma região pós-singulação do(s) dosador(es) de sementes 50A, 50B: (1) através do qual o disco de sementes ou outro membro de transporte de sementes é girado seguindo o singulador (não mostrado) do(s) dosador(es) de sementes 50A, 50B; e/ou (2) através do qual cada semente a ser descarregada a partir do(s) dosador(es) de sementes 50A, 50B passa após a liberação da semente do disco de sementes. Em tal realização, o(s) sensor(es) do dosador de sementes 92 pode(m) geralmente corresponder(m) a qualquer sensor adequado ou dispositivo de detecção configurado para detectar sementes que estão sendo ou serão descarregadas a partir do(s) dosador(es) de sementes 50A, 50B. Por exemplo, o(s) sensor(es) do dosador de sementes 92 pode(m) corresponder a um sensor óptico (por

exemplo, um sensor de interrupção de feixe (*break-beam*) ou um sensor de refletância), um sensor de micro-ondas, um sensor de efeito Hall e/ou semelhantes.

[0028] Também deve ser considerado que a configuração da unidade de linha 18 descrita acima e mostrada na Figura 2 e 3 é fornecida apenas para colocar a presente invenção em um campo exemplificativo de uso. Assim, deve ser considerado que a presente invenção pode ser facilmente adaptável a qualquer forma de configuração da unidade de linha.

[0029] Com referência agora à Figura 4, uma vista esquemática de uma realização de um sistema 100 para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio é ilustrada de acordo com aspectos da presente invenção. Em geral, o sistema 100 será descrito neste documento com referência ao implemento de plantio 10, a unidade de linha 18 e componentes relacionados descritos acima com referência às Figuras 1-3. No entanto, deve ser apreciado que o sistema divulgado 100 geralmente pode ser utilizado com qualquer plantadeira ou semeadora possuindo qualquer configuração de implemento adequado e/ou com unidades de linha possuindo qualquer configuração de unidade de linha adequada.

[0030] Em várias realizações, o sistema 100 pode incluir um sistema de computação 102 e vários outros componentes configurados para serem acoplados de forma comunicativa e/ou controlados pelo sistema de computação 102, como membros de acionamento de dosadores 130A, 130B configurados para acionar rotativamente os dosadores de sementes 50A, 50B, respectivamente, as fontes de vácuo 52A, 52B, um atuador de rodas reguladoras de profundidade 134 configurado para acionar a roda reguladora de profundidade da unidade de linha 18 para ajustar a profundidade de plantio atual e/ou vários sensores configurados para monitorar um ou mais parâmetros operacionais associados a cada unidade de linha 18. Por exemplo, o sistema de

computação 102 pode ser acoplado de forma comunicativa ao(s) sensor(es) de sementes 80 (por exemplo, pelo menos um sensor 80 por unidade de linha) configurado para gerar dados indicativos da colocação das sementes depositadas no solo, como radares de penetração no solo configurados para detectar sementes localizadas abaixo da superfície do solo. Além disso, o sistema de computação 102 pode ser acoplado de forma comunicativa a um ou mais sensores adicionais configurados para gerar dados indicativos da frequência das sementes sendo depositadas dentro do sulco por cada unidade de linha, como sensor(es) do tubo de sementes 90 e/ou o(s) sensor(es) do dosador de sementes 92 fornecidos em associação com cada unidade de linha 18. Além disso, o sistema de computação 102 pode ser acoplado de forma comunicativa a um ou mais sensores de posição 132 para determinar a localização do implemento de plantio 10, tal como um dispositivo de posicionamento de navegação por satélite (por exemplo, um sistema GPS, um sistema de posicionamento Galileo, um sistema de navegação global por satélite (GLONASS), um sistema de posicionamento e navegação por satélite BeiDou, um dispositivo de navegação estimada (*dead reckoning*) e/ou similares.

[0031] Vale ressaltar que o sistema de computação 102 pode corresponder a qualquer dispositivo baseado em processador adequado, tal como um dispositivo de computação ou qualquer combinação de dispositivos de computação. Assim, como mostrado na Figura 4, o sistema de computação 102 pode geralmente incluir um ou mais processador(es) 104 e dispositivos de memória associados 106 configurados para executar uma variedade de funções implementadas por computador (por exemplo, realizar os métodos, etapas, algoritmos, cálculos e semelhantes divulgados na presente invenção). Conforme usado neste documento, o termo “processador” refere-se não apenas a circuitos integrados referidos na técnica como sendo incluídos em um computador, mas o termo refere-se também a um controlador, microcontrolador, microcomputador,

um controlador lógico programável (PLC), um circuito integrado de aplicação específica e outros circuitos programáveis. Além disso, a memória 106 pode, em geral, compreender elemento(s) de memória incluindo, mas não se limitando a, um meio legível por computador (por exemplo, memória de acesso aleatório (RAM)), um meio não volátil legível por computador (por exemplo, uma memória *flash*), um disquete, um Disco Compacto - Memória Somente Leitura (CD-ROM), um disco magneto-óptico (MOD), um disco versátil digital (DVD) e/ou outros elementos de memória adequados. Tal memória 106 pode geralmente ser configurada para armazenar informações acessíveis ao(s) processador(es) 104, incluindo dados 108 que podem ser recuperados, manipulados, criados e/ou armazenados pelo(s) processador(es) 104 e instruções 110 que podem ser executadas pelo(s) processador(es) 104.

[0032] Em várias realizações, os dados 108 podem ser armazenados em um ou mais bancos de dados. Por exemplo, a memória 106 pode incluir um banco de dados de sensor 112 para armazenar dados de sensor e/ou outros dados relevantes que podem ser usados pelo sistema de computação 102 de acordo com aspectos da presente invenção. Por exemplo, durante a operação do implemento de plantio, os dados de todos ou parte dos sensores 80, 90, 92, 132 acoplados de forma comunicativa ao sistema de computação 102 podem ser armazenados (por exemplo, temporariamente) dentro do banco de dados do sensor 112 e subsequentemente usados para determinar um ou mais valores de parâmetros associados à operação do implemento de plantio.

[0033] Além disso, em várias realizações, as instruções 110 armazenadas na memória 106 do sistema de computação 102 podem ser executadas pelo(s) processador(es) 104 para implementar um módulo dispensador 114. Em geral, o módulo dispensador 114 pode ser configurado para controlar a operação dos membros de acionamento do dosador 130A, 130B

e das fontes de vácuo 52A, 52B para controlar a distribuição das sementes 43, 45 no sulco 39. Por exemplo, o sistema de computação 102 pode controlar a operação do(s) dosador(es) de sementes 50A e a(s) fonte(s) de vácuo 52A para dispensar sementes reais 43 dentro de um sulco 39 de acordo com uma densidade populacional desejada, espaçamento de sementes, intervalo de distância e/ou semelhantes, tal como de acordo com um mapa de prescrição associado ao campo. Em algumas realizações, o sistema de computação 102 pode, adicionalmente, controlar a operação do(s) dosador(es) de sementes 50B e fonte(s) de vácuo 52B para deixar cair uma semente artificial 45 com cada semente real 43 de modo que uma semente artificial 45 seja depositada ao lado de cada semente real 43 no sulco 39 (por exemplo, ao longo da direção de deslocamento 16). No entanto, em algumas realizações, o sistema de computação 102 pode controlar a operação do(s) dosador(es) de sementes 50B e fonte(s) de vácuo 52B para depositar sementes artificiais 45 de acordo com outra densidade populacional desejada, espaçamento de sementes, intervalo de distância, etc., mapa de prescrição e/ou para descartar seletivamente ou “sob demanda” uma semente artificial 45.

[0034] Por exemplo, em algumas realizações, o sistema de computação 102 pode controlar a operação do(s) dosador(es) de sementes 50B e fonte(s) de vácuo 52B para depositar uma semente artificial 45 de maneira intermitente com, ou em vez de, uma semente real 43 em intervalos de distância predeterminados ao longo de uma determinada passagem através do campo (por exemplo, a cada 15,2 metros (50 pés), 30,5 metros (100 pés), 61 metros (200 pés), 305 metros (1000 pés) e/ou semelhantes), intervalos de tempo predeterminados (por exemplo, a cada 5 minutos, 10 minutos, etc.), após um número predeterminado de sementes reais 43 ter sido depositado (por exemplo, após cada 100 sementes reais, 200 sementes reais, 500 sementes reais, 1000 sementes reais, etc. terem sido plantadas) e/ou semelhantes. Deve ser

apreciado que qualquer número adequado de sementes artificiais 45 pode ser depositado no sulco 39 em cada intervalo. Por exemplo, apenas uma semente artificial 45 pode ser depositada em cada intervalo ou uma série de sementes artificiais 45 (por exemplo, duas, três ou mais sementes artificiais 45) pode ser plantada sequencialmente em cada intervalo.

[0035] Em algumas realizações, por exemplo, o sistema de computação 102 pode ser configurado para monitorar a posição da plantadeira 10 em relação a um mapa de prescrição de plantio associado para determinar se a(s) unidade(s) de linha 18 encontrará(ão) um limite de confirmação (ou seja, um limite no qual é prescrito para depositar sementes artificiais 45 no lugar ou com sementes reais 43) ao longo de um determinado caminho através do campo. Por exemplo, em algumas realizações, um limite de confirmação pode ser associado a uma cabeceira ou curva de fim de linha. Por exemplo, no caso de ser determinado que uma(s) unidade(s) de linha 18 encontrará um limite de confirmação relacionado à cabeceira, como quando a(s) unidade(s) de linha(s) 18 estiver(em) dentro de uma distância limite da curva de cabeceira, o sistema de computação 102 pode controlar a operação do(s) dosador(es) de sementes 50B e fonte(s) de vácuo 52B para deixar cair uma semente artificial 45 com, ou em vez de, uma semente real 43 em uma determinada linha de uma passagem através do campo, antes de iniciar a curva de cabeceira. Em algumas realizações, o sistema de computação 102 pode controlar ainda a operação do(s) dosador(es) de sementes 50B e fonte(s) de vácuo 52B para deixar cair uma semente artificial 45 com, ou em vez de uma semente real 43 no início de outra linha de um próximo passe dado através do campo após realizar curva de cabeceira.

[0036] Conforme indicado acima, em algumas realizações, o sistema de computação 102 pode controlar a operação do(s) dosador(es) de sementes 50B e fonte(s) de vácuo 52B para deixar cair uma semente artificial 45

com, ou em vez de, uma semente real 43 sob demanda, com base, pelo menos em parte, em uma entrada de um operador recebida por meio de uma interface de usuário (por exemplo, interface de usuário 118 associada à plantadeira 10).

[0037] Vale ressaltar que, em algumas realizações, quando uma semente artificial 45 deve ser depositada em vez de uma semente real 43, o sistema de computação 102 pode controlar ainda a operação do(s) dosador(es) de sementes 50A e da(s) fonte(s) de vácuo 52A para não deixar cair uma semente real 43 enquanto o(s) dosador(es) de sementes 50B deixa(m) cair a(s) semente(s) artificial(is) 45, e pode retomar a queda de sementes reais 43 após o(s) dosador(es) de sementes 50B dispensar(em) a(s) semente(s) artificial(is) 45.

[0038] Referindo-se ainda à Figura 4, em diversas realizações, as instruções 110 armazenadas na memória 106 do sistema de computação 102 podem ser executadas pelo(s) processador(es) 104 para implementar um módulo de controle 116. Em geral, o módulo de controle 116 pode ser configurado para iniciar uma ação de controle com base no(s) parâmetro(s) relacionado(s) à semente determinado(s) usando os dados gerados pelo(s) sensor(es) de sementes 80. Por exemplo, o módulo de controle 116 pode determinar o(s) parâmetro(s) relacionado(s) à semente, tal como a profundidade das sementes, posição das sementes dentro de uma vala, espaçamento relativo das sementes, população de sementes, sobreposição de fileiras e/ou semelhantes, para as sementes artificiais 45 com base, pelo menos em parte, nos dados gerados pelo(s) sensor(es) de sementes 80 indicativos das sementes artificiais 45 que foram depositadas e plantadas abaixo da superfície do solo. Posteriormente, o módulo de controle 116 pode determinar um ou mais dos parâmetros relacionados à semente para as sementes reais 43 com base, pelo menos em parte, no(s) parâmetro(s) relacionado(s) à semente das sementes artificiais 45. Por exemplo, em uma realização, o módulo de controle 116 pode

inferir que o(s) parâmetro(s) relacionado(s) à semente das sementes reais 43 são os mesmos que o(s) parâmetro(s) relacionado(s) à semente das sementes artificiais 45. No entanto, deve-se considerar que qualquer outra relação entre o(s) parâmetro(s) relacionado(s) à semente das sementes reais 43 e das sementes artificiais 45 pode(m), em vez disso, ser usada.

[0039] Posteriormente, em uma realização, o módulo de controle 116 pode ser configurado para fornecer uma notificação ao operador indicando o(s) parâmetro(s) determinado(s) relacionado(s) à semente das sementes 43, 45. Por exemplo, em uma realização, o módulo de controle 116 pode causar uma notificação ou indicação visual ou audível a ser apresentada ao operador por meio de uma interface de usuário associada 118 fornecida dentro da cabine do veículo usado para rebocar o implemento de plantio 10. Por exemplo, o módulo de controle 116 pode provocar uma notificação ou indicação visual ou audível a ser apresentada ao operador por meio da interface de usuário associada 118 indicativo de quando a profundidade de semente atual está fora de uma faixa de profundidade de semente predeterminada, a posição de semente não está dentro de uma determinada porção da vala, o espaçamento de semente atual está fora de um intervalo de espaçamento de sementes predeterminado, a população de sementes está fora de um intervalo de população de sementes predeterminado, as linhas estão sobrepostas após uma curva de cabeceira e/ou semelhantes.

[0040] Alternativamente, ou adicionalmente, o módulo de controle 116 pode ser configurado para executar uma ação de controle automatizada projetada para ajustar a operação da unidade de linha 18 ou do implemento de plantio 10 com base, pelo menos em parte, no(s) parâmetro(s) determinado(s) relacionado(s) às sementes das sementes 43, 45. Por exemplo, em uma realização, o sistema de computação 102 pode ser configurado para ajustar automaticamente a profundidade do sulco que está sendo feito no solo (por

exemplo, ajustando a posição relativa da roda reguladora de profundidade e conjunto de abertura 26 pelo controle do atuador da roda reguladora de profundidade 134) com base nos dados de posicionamento associados à profundidade atual na qual as sementes estão sendo plantadas. Da mesma forma, em uma realização, o sistema de computação 102 pode ser configurado para ajustar automaticamente a operação do dosador de sementes 50 para variar a taxa na qual as sementes estão sendo depositadas no solo com base nos dados de colocação associados ao atual espaçamento de sementes e/ou população de sementes. Por exemplo, o sistema de computação 102 pode ser configurado para aumentar ou diminuir a velocidade na qual o disco de sementes do dosador de sementes 50 está sendo girado (por exemplo, por meio do controle do(s) membro(s) de acionamento do dosador 130A) se for determinado que o espaçamento de sementes precisa ser ajustado em relação a um intervalo de espaçamento de sementes alvo. Da mesma forma, o sistema de computação 102 pode ser configurado para aumentar ou diminuir a pressão de vácuo aplicada ao(s) dosador(es) de sementes 50A (por exemplo, por meio do controle da(s) fonte(s) de vácuo 52A) se for determinado que a população de sementes atual está muito baixa ou muito alta em relação a uma faixa de população de sementes alvo. Adicionalmente, ou alternativamente, o sistema de computação 102 pode ser configurado para orientar a plantadeira 10 se for determinado que há sobreposição de linha.

[0041] Além disso, como mostrado na Figura 4, o sistema de computação 102 também pode incluir uma interface de comunicação 150 para fornecer um meio para o sistema de computação 102 se comunicar com qualquer um dos vários outros componentes do sistema aqui descritos. Por exemplo, um ou mais *links* ou interfaces de comunicação (por exemplo, um ou mais barramentos de dados) podem ser fornecidos entre a interface de comunicação 150 e os membros de acionamento do dosador 130A, 130B, as fontes de vácuo

52A, 52B e os acionadores da roda reguladora de profundidade 134 para permitir que o sistema de computação 102 transmita sinais de controle para controlar a operação de tais componentes. Da mesma forma, um ou mais *links* ou interfaces de comunicação (por exemplo, um ou mais barramentos de dados) podem ser fornecidos entre a interface de comunicação 150 e os vários sensores 80, 90, 92, 132 para permitir que os dados dos sensores associados sejam transmitidos ao sistema de computação 102.

[0042] Deve ser apreciado que, em geral, o sistema de computação 102 pode incluir dispositivo(s) de computação adequado(s) que é(são) configurado(s) para funcionar conforme descrito no presente documento. Em várias realizações, o sistema de computação 102 pode fazer parte de um sistema de plantio ativo configurado para realizar uma operação de plantio, incluindo um controlador de veículo de um veículo de trabalho configurado para rebocar um implemento de plantio associado 10 e/ou um controlador de implemento associado do implemento de plantio 10.

[0043] Com referência agora à Figura 5, um fluxograma de uma realização de um método 200 para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio é ilustrado de acordo com aspectos da presente invenção. Em geral, o método 200 será descrito neste documento com referência ao implemento de plantio 10, a unidade de linha 18, e sistema 100 descritos acima com referência às Figuras 1-4. No entanto, deve ser apreciado pelos técnicos no assunto que o método divulgado 200 geralmente pode ser utilizado para monitorar a colocação de sementes em associação com qualquer implemento de plantio possuindo qualquer configuração de implemento adequado, qualquer unidade de linha possuindo qualquer configuração de unidade de linha adequada e /ou qualquer sistema possuindo qualquer configuração de sistema adequada. Além disso, embora a Figura 5 descreva as etapas executadas em uma ordem específica para fins de ilustração e discussão,

os métodos discutidos neste documento não estão limitados a nenhuma ordem ou disposição específica. Um profissional técnico no assunto, usando as divulgações fornecidas no presente documento, apreciará que várias etapas dos métodos divulgados neste documento podem ser omitidas, reorganizadas, combinadas e/ou adaptadas de várias maneiras sem se desviar do escopo da presente invenção.

[0044] Conforme mostrado na Figura 5, em (202), o método 200 pode incluir a deposição de sementes reais em um sulco por uma unidade de linha de um implemento de plantio durante a execução de uma operação de plantio. Por exemplo, conforme indicado acima, a(s) unidade(s) de linha 18 do implemento de plantio 10 pode(m) ser configurada(s) para depositar as sementes reais 43 no sulco 39 durante uma operação de plantio.

[0045] Além disso, em (204), o método 200 pode incluir o depósito seletivo de sementes artificiais no sulco durante a execução da operação de plantio. Por exemplo, conforme discutido acima, a(s) unidade(s) de linha 18 do implemento de plantio 10 também pode ser configurada para depositar seletivamente as sementes artificiais 45 no sulco 39 durante a operação de plantio. Conforme descrito acima, as sementes artificiais 45 podem ser configuradas para serem mais detectáveis por sensores GPR e/ou EMI do que as sementes reais 43. Por exemplo, as sementes artificiais 45 podem ser sementes de metal.

[0046] Além disso, em (206), o método 200 pode incluir o recebimento de dados gerados por um sensor de sementes suportado em relação à unidade de linha, sendo os dados indicativos das sementes artificiais conforme plantadas sob uma superfície do solo. Por exemplo, como indicado acima, o sensor de sementes 80 pode gerar dados indicativos das sementes artificiais 45 plantadas sob uma superfície do solo, onde os dados indicam claramente as sementes artificiais 45 sob a superfície do solo em comparação

com o solo circundante.

[0047] Além disso, em (208), o método 200 pode incluir a determinação de um parâmetro relacionado à semente associado às sementes artificiais conforme plantadas sob a superfície do solo com base, pelo menos em parte, nos dados gerados pelo sensor de sementes. Por exemplo, conforme discutido acima, o sistema de computação 102 pode determinar o parâmetro relacionado à semente (por exemplo, profundidade/posição individual da semente, espaçamento relativo da semente, população de sementes, etc.,) associado às sementes artificiais 43 conforme plantadas sob a superfície do solo com base, pelo menos em parte, nos dados 112 gerados pelo sensor de sementes 80.

[0048] Deve ser entendido que as etapas do método 200 são realizadas pelo sistema de computação 100 ao carregar e executar um código de *software* ou instruções que são armazenadas de forma tangível em um meio legível por computador tangível, tal como em um meio magnético, por exemplo, um disco rígido de computador, um meio óptico, por exemplo, um disco óptico, memória de estado sólido, por exemplo, memória *flash* ou outro meio de armazenamento conhecido no estado da técnica. Assim, qualquer uma das funcionalidades executadas pelo sistema de computação 100 descrito na presente invenção, tal como o método 200, é implementada em código de *software* ou instruções que são armazenadas de forma tangível em um meio legível por computador tangível. O sistema de computação 100 carrega o código de *software* ou instruções por meio de uma interface direta com o meio legível por computador ou por meio de uma rede com fio e/ou sem fio. Ao carregar e executar tal código de *software* ou instruções pelo sistema de computação 100, o sistema de computação 100 pode executar qualquer uma das funcionalidades do sistema de computação 100 descrita na presente divulgação, incluindo quaisquer etapas do método 200 descrito da presente invenção.

[0049] O termo “código de *software*” ou “código” utilizado na presente divulgação refere-se a quaisquer instruções ou conjunto de instruções que influenciam a operação de um sistema de computação. Eles podem existir em uma forma executável por computador, como código de máquina, que é o conjunto de instruções e dados executados diretamente pela unidade central de processamento do computador ou por um sistema de computação, uma forma compreensível para humanos, como código-fonte, que pode ser compilado para ser executado por uma unidade de processamento central do computador ou por um sistema de computação, ou uma forma intermediária, como código objeto, que é produzida por um compilador. Conforme usado neste documento, o termo “código de *software*” ou “código” também inclui quaisquer instruções de computador compreensíveis por humanos ou conjunto de instruções, por exemplo, um *script*, que pode ser executado em tempo real com a ajuda de um intérprete executado por uma unidade de processamento central do computador ou por um sistema de computação.

[0050] Esta descrição escrita utiliza os exemplos para revelar a invenção, inclusive o seu melhor modo, e também possibilita que qualquer pessoa versada na técnica pratique a invenção, inclusive produza e use quaisquer dispositivos ou sistemas e execute quaisquer métodos incorporados. O escopo patenteável da presente invenção é definido pelas reivindicações e pode incluir outros exemplos que ocorram aos técnicos no assunto. Esses outros exemplos devem estar dentro do escopo das reivindicações se incluírem elementos estruturais que não diferem da linguagem literal das reivindicações, ou se incluírem elementos estruturais equivalentes com diferenças não substanciais das linguagens literais das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA PARA MONITORAR A COLOCAÇÃO DE SEMENTES NO SOLO DURANTE A EXECUÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE PLANTIO, **caracterizado** por compreender:

uma unidade de linha (18) configurada para depositar sementes (43, 45) dentro do solo, a unidade de linha (18) incluindo um conjunto de abertura de sulco (26) configurado para criar um sulco (39) no solo para depositar as sementes e um conjunto de fechamento de sulco (28) configurado para fechar o sulco após as sementes terem sido depositadas nele, em que as sementes depositadas no solo incluem tanto sementes reais quanto sementes artificiais;

um sensor de sementes (80) suportado em relação à unidade de linha (18) e sendo configurado para gerar dados indicativos das sementes artificiais conforme plantadas sob uma superfície do solo de acordo com uma propriedade dielétrica das sementes artificiais; e

um sistema de computação (102) comunicativamente acoplado ao sensor de sementes (80), sendo o sistema de computação (102) configurado para:

receber os dados gerados pelo sensor de sementes (80); e

determinar um parâmetro relacionado à semente associado às sementes artificiais conforme são plantadas sob a superfície do solo com base, pelo menos em parte, nos dados gerados pelo sensor de sementes (80).

2. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo sensor de sementes (80) compreender pelo menos um dentre um radar de penetração no solo ou um sensor de indução eletromagnética.

3. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo sistema de computação (102) ser adicionalmente configurado para determinar um parâmetro relacionado à semente associado às sementes reais com base, pelo menos em parte, no parâmetro relacionado à semente associado

às sementes artificiais.

4. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo parâmetro relacionado às sementes compreender pelo menos um parâmetro dentre a profundidade da semente de cada uma das sementes, um espaçamento entre as sementes ou uma densidade populacional das sementes.

5. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo sistema de computação (102) ser adicionalmente configurado para:

controlar a unidade de linha (18) para depositar as sementes reais;

e

controlar a unidade de linha (18) para depositar as sementes artificiais.

6. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelas sementes artificiais serem depositadas quando a unidade de linha (18) está dentro de uma distância limite de pelo menos um final de linha antes de começar uma curva de fim de linha durante a operação de plantio, ou um início de outra linha após a curva de fim de linha.

7. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelas sementes artificiais serem depositadas de acordo com um intervalo predeterminado.

8. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** por uma das sementes artificiais ser depositada com cada uma das sementes reais.

9. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelas sementes reais não serem depositadas enquanto as sementes artificiais estão sendo depositadas.

10. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelas sementes artificiais compreenderem metal.

11. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado**

pela condutividade das sementes artificiais ser maior do que a condutividade das sementes reais.

12. MÉTODO PARA MONITORAR A COLOCAÇÃO DE SEMENTES NO SOLO DURANTE A EXECUÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE PLANTIO por uma unidade de linha (18) configurada para depositar sementes (43, 45) no solo, onde a unidade de linha (18) inclui um conjunto de abertura de sulco (26) configurado para criar um sulco (39) no solo para depositar as sementes (43, 45) e um conjunto de fechamento de sulco (28) configurado para fechar o sulco (39) após as sementes (43, 45) terem sido depositadas no mesmo, **caracterizado** pelo referido método compreender:

depositar sementes reais no sulco (39) durante a realização da operação de plantio;

depositar seletivamente sementes artificiais no sulco (39) durante a realização da operação de plantio;

receber, com um dispositivo de computação (102), dados gerados por um sensor de sementes (80) suportado em relação à unidade de linha (18), sendo os dados indicativos das sementes artificiais conforme plantadas sob uma superfície do solo pela unidade de linha (18) durante a operação de plantio; e

determinar, com o dispositivo de computação (102), um parâmetro relacionado às sementes associado às sementes artificiais conforme plantadas sob a superfície do solo.

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo parâmetro relacionado às sementes compreender pelo menos um parâmetro dentre; profundidade das sementes de cada uma das sementes, espaçamento entre as sementes ou densidade populacional das sementes.

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** por compreender, adicionalmente, a determinação, com o dispositivo de computação (102), de um parâmetro relacionado às sementes associado às

sementes reais com base, pelo menos em parte, no parâmetro relacionado às sementes associado às sementes artificiais.

15. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** por compreender, adicionalmente, a realização, com o dispositivo de computação (102), de uma ação de controle associada à unidade de linha com base, pelo menos em parte, no parâmetro relacionado à semente.

16. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo sensor de sementes (80) compreender pelo menos um dentre um radar de penetração no solo ou um sensor de indução eletromagnética.

17. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelas sementes artificiais compreenderem metal.

18. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pela deposição de maneira seletiva das sementes artificiais no sulco (39) durante a execução da operação de plantio compreender controlar, com o dispositivo de computação (102), uma operação da unidade de linha (18) para depositar as sementes artificiais no sulco (39) quando a unidade de linha (18) está dentro de uma distância limite de pelo menos um final de linha antes de iniciar uma curva de fim de linha durante a operação de plantio, ou um início de outra linha após a curva de fim de linha.

19. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pela deposição de maneira seletiva das sementes artificiais no sulco (39) durante a execução da operação de plantio compreender controlar, com o dispositivo de computação (102), uma operação da unidade de linha (18) para depositar as sementes artificiais de forma intermitente de acordo com um intervalo predeterminado.

20. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pela deposição de maneira seletiva das sementes artificiais no sulco (39) durante a execução da operação de plantio compreender controlar, com o dispositivo de

computação (102), uma operação da unidade de linha (18) para depositar uma das sementes artificiais no sulco (39) juntamente com o depósito de cada uma das sementes reais.

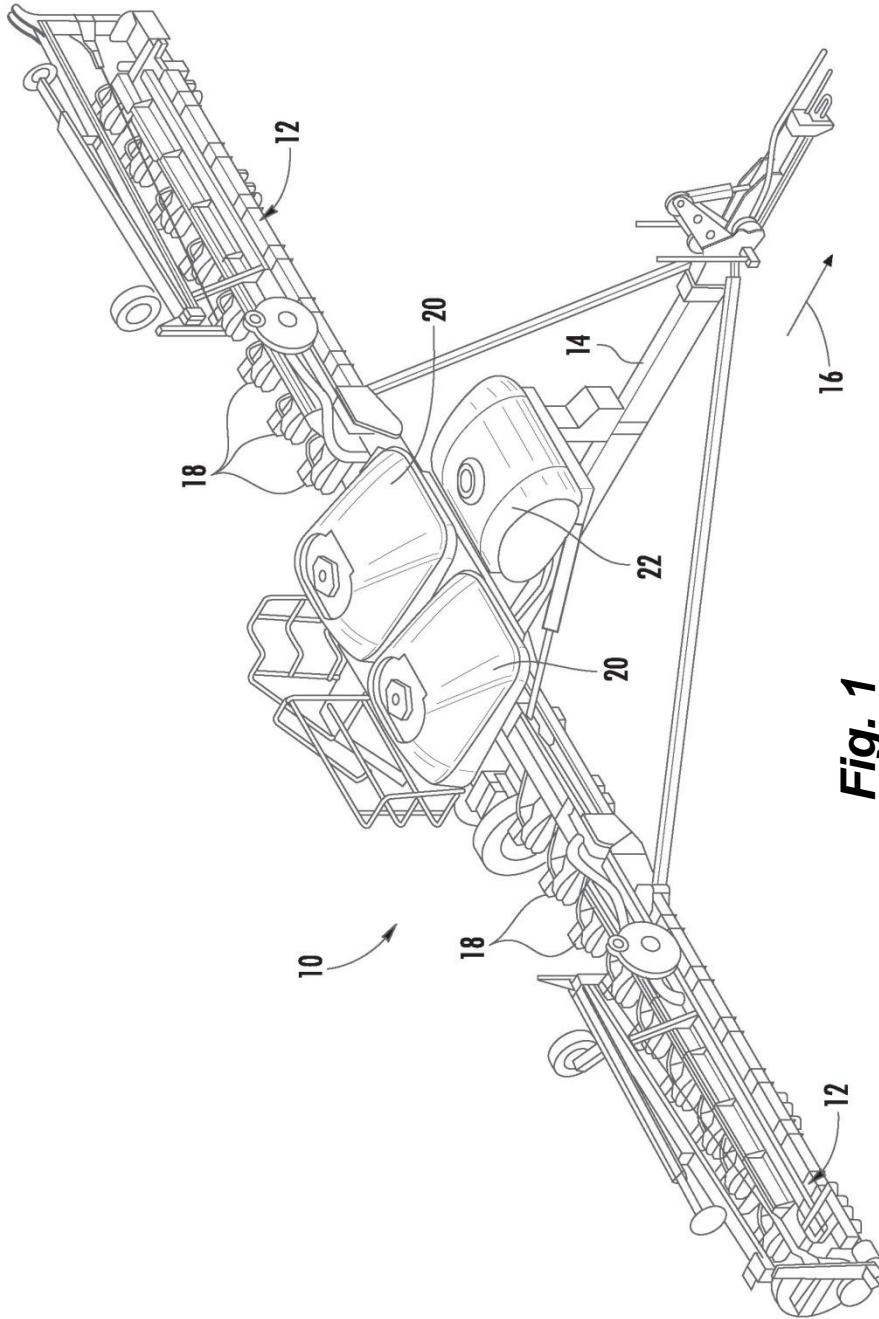


Fig. 1

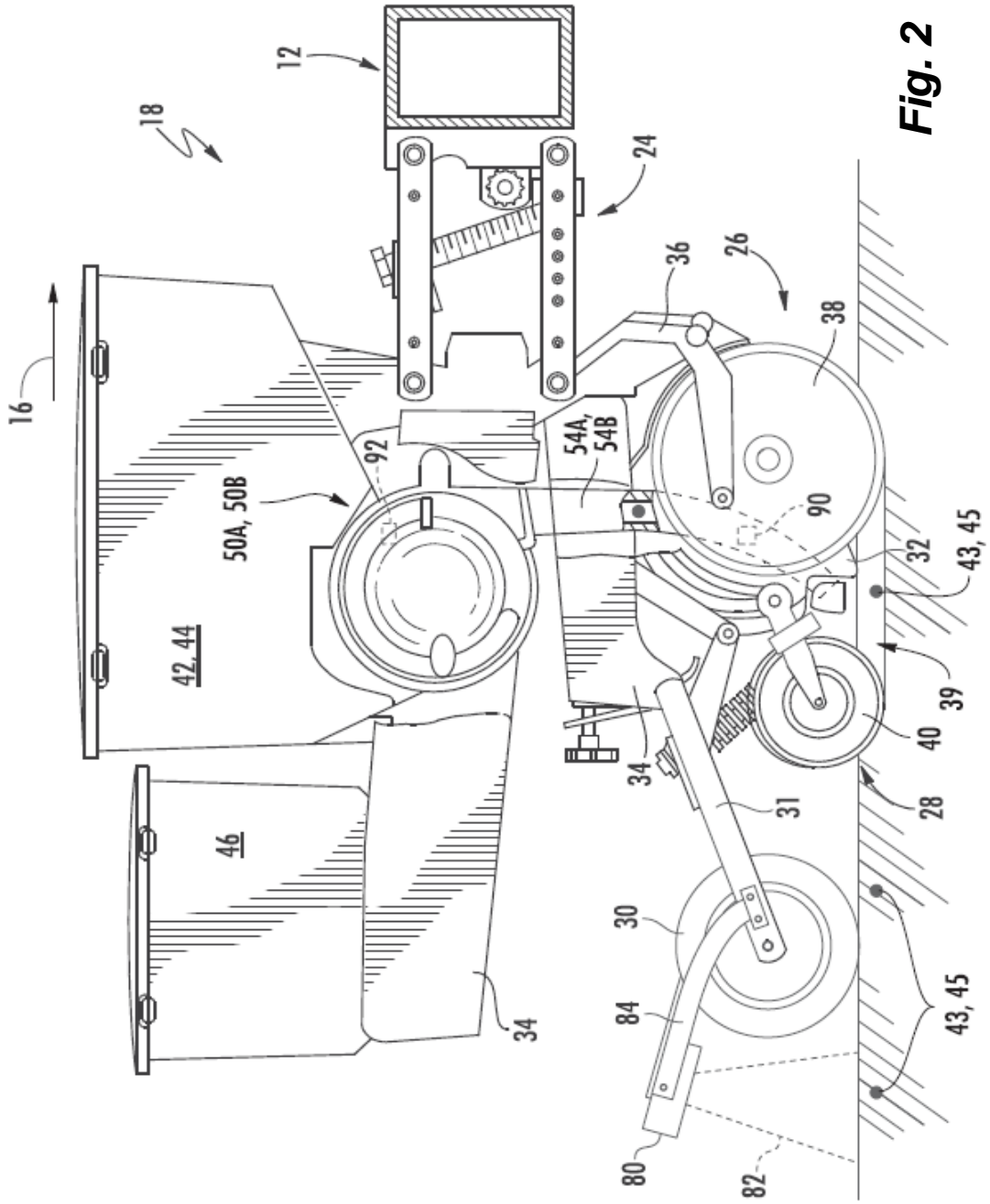


Fig. 2

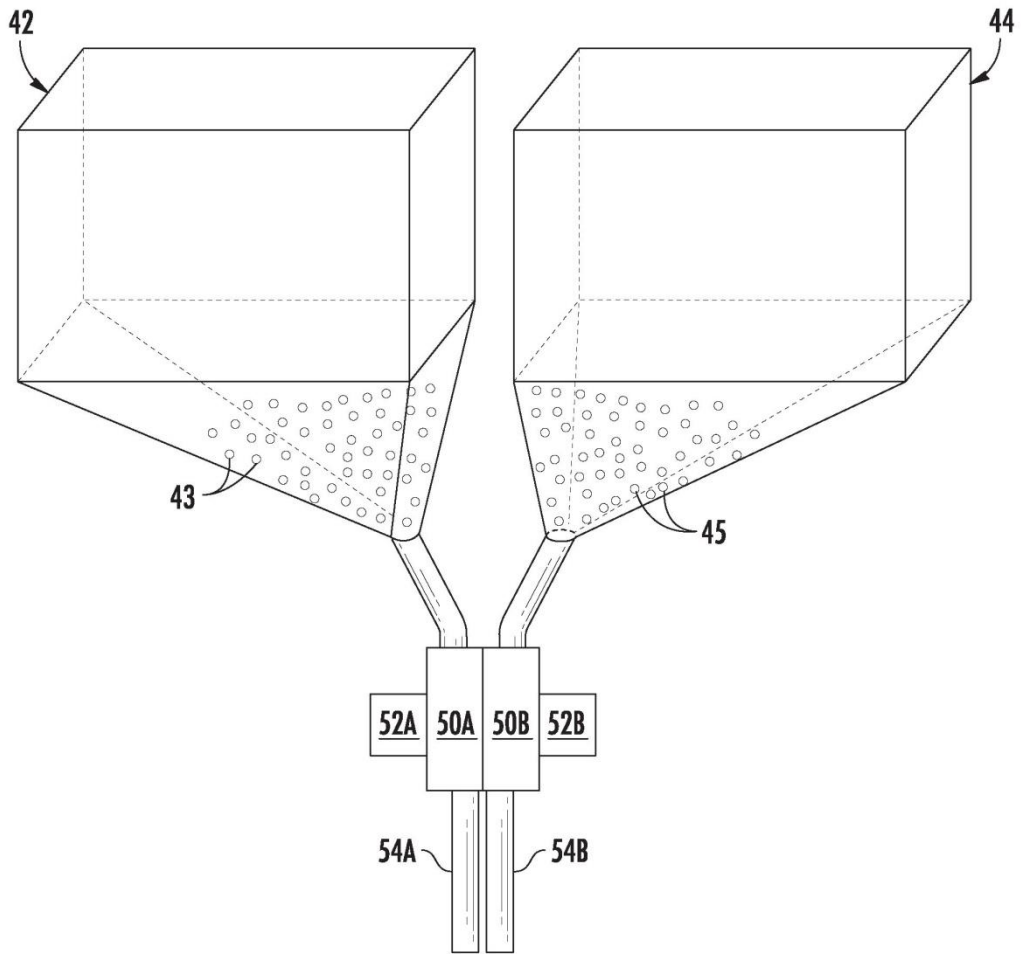


Fig. 3

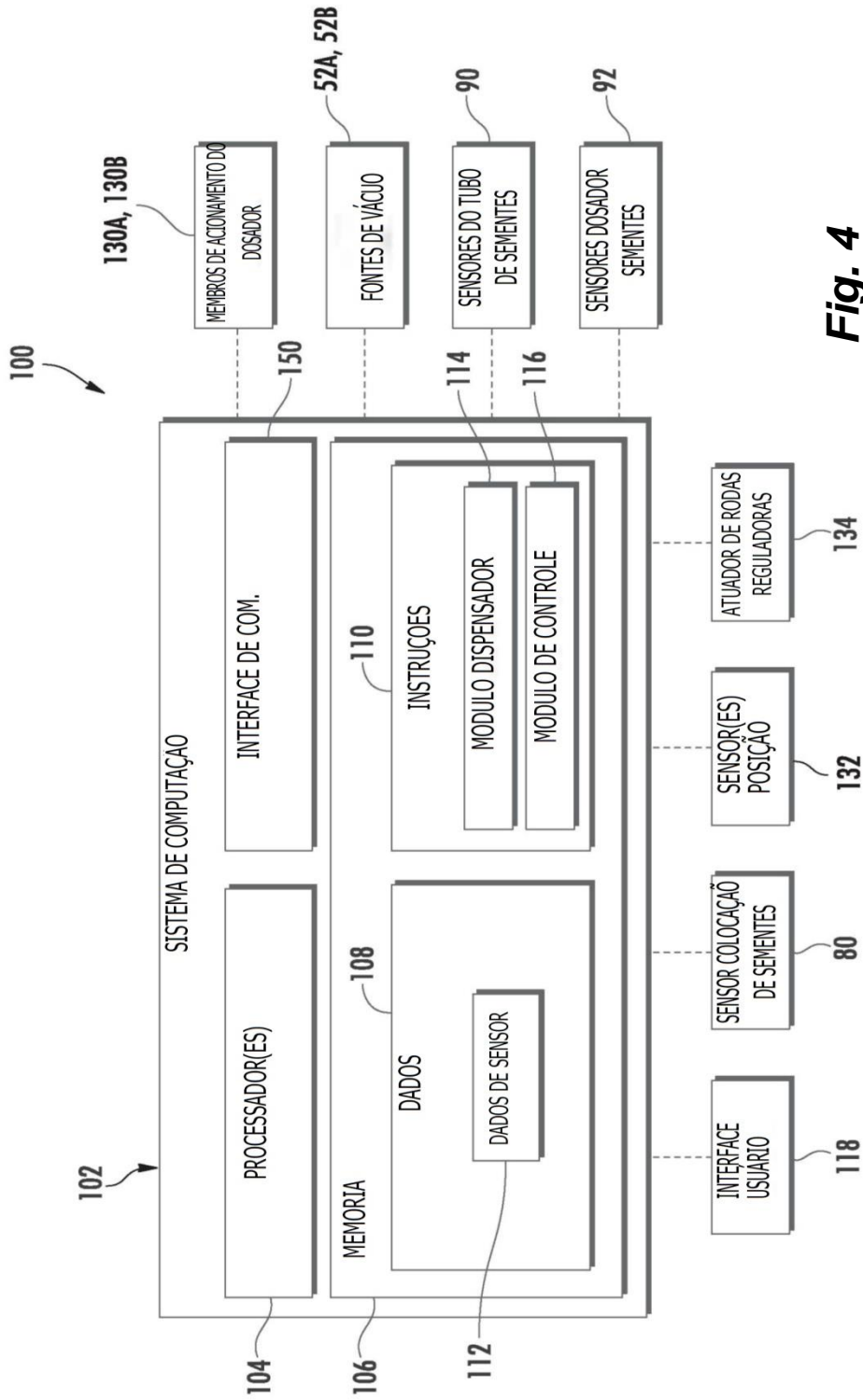
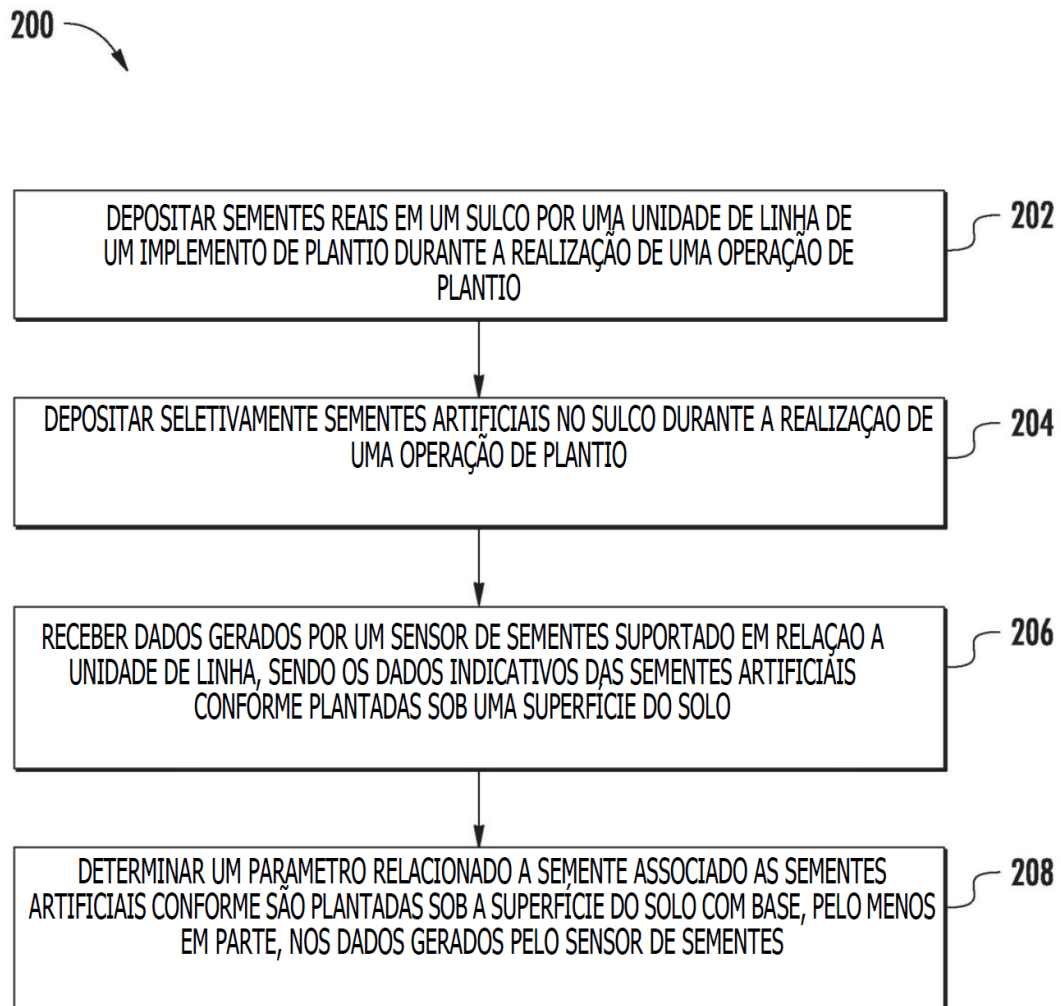


Fig. 4

**Fig. 5**

RESUMO**“SISTEMA E MÉTODO PARA MONITORAR A COLOCAÇÃO DE SEMENTES NO SOLO DURANTE A EXECUÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE PLANTIO”**

A presente invenção refere-se a um sistema para monitorar a colocação de sementes no solo durante a execução de uma operação de plantio e inclui uma unidade de linha (18) configurada para criar um sulco (39) no solo para depositar sementes (43, 45) e para fechar o sulco após as sementes terem sido depositadas no mesmo, onde as sementes depositadas dentro do solo incluem sementes reais e sementes artificiais. O sistema (100) pode incluir ainda um sensor de sementes (80) suportado em relação à unidade de linha (18) e configurado para gerar dados indicativos das sementes artificiais conforme plantadas sob uma superfície do solo de acordo com uma propriedade dielétrica das sementes artificiais. Além disso, o sistema (100) pode incluir um sistema de computação (102) configurado para receber os dados gerados pelo sensor de sementes (80) e para determinar um parâmetro relacionado à semente associado às sementes artificiais plantadas sob a superfície do solo com base, pelo menos em parte, nos dados gerados pelo sensor de sementes (80).