



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 112020012552-0 B1

(22) Data do Depósito: 10/12/2018

(45) Data de Concessão: 07/05/2024

(54) Título: APARELHO PARA DETERMINAR INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA A AGRICULTURA, SISTEMA DE DETERMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES E MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES

(51) Int.Cl.: A01B 79/00.

(30) Prioridade Unionista: 21/12/2017 EP 17209557.2.

(73) Titular(es): BASF AGRO TRADEMARKS GMBH.

(72) Inventor(es): OLE PETERS; SANDRA SELINGER; THOMAS ROMMEL; SILKE ANDREE-LABSCH.

(86) Pedido PCT: PCT EP2018084156 de 10/12/2018

(87) Publicação PCT: WO 2019/121097 de 27/06/2019

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/06/2020

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a um aparelho para determinar informações relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas. É descrito o fornecimento (210) a uma unidade de processamento de pelo menos uma imagem de uma área agrícola. A pelo menos uma imagem foi obtida por pelo menos um satélite e/ou pelo menos um veículo aéreo, de forma que a pelo menos uma imagem fosse obtida através de altura substancial da atmosfera terrestre. A pelo menos uma imagem corresponde a pelo menos uma região da área agrícola, de forma que cada imagem dentro a pelo menos uma imagem corresponde a uma região diferente da área agrícola. A pelo menos uma imagem compreende dados de intensidade de reflexão remotamente obtidos relativos a uma série de características do solo. Uma imagem dentro a pelo menos uma imagem é de uma primeira área do ambiente agrícola. A unidade de processamento (220) recebe pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área do ambiente agrícola. O pelo menos um dado de sensor foi obtido por pelo menos um sensor terrestre e/ou pelo menos um sensor próximo do solo. A unidade de processamento implementa (230) um modelo de propagação de radiação da atmosfera que utiliza pelo (...).

“APARELHO PARA DETERMINAR INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA A AGRICULTURA, SISTEMA DE DETERMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES E MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um aparelho para determinar informações relevantes para a agricultura, a um sistema de determinação de informações relevantes para a agricultura e a um método de determinação de informações relevantes para a agricultura, bem como a um elemento de programa de computador.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] O antecedente geral da presente invenção é a utilização de dados obtidos por sensor para fornecer aos agricultores compreensão do que está ocorrendo nos seus campos agrícolas. Informações derivadas de imagens obtidas por satélite não têm precisão suficiente para fornecer ao agricultor as informações necessárias (calibradas ou não) para tomar decisões sobre como administrar seus campos e os produtos neles cultivados, pois a atmosfera não pode ser modelada em nível necessário. Além disso, dados obtidos por sensores terrestres podem ser muito precisos, mas não fornecem a cobertura necessária ao longo de diferentes campos da fazenda e em campos específicos.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[003] Seria vantajoso ter meios aprimorados de determinação de informações relevantes para a agricultura.

[004] O objeto da presente invenção é solucionado com o objeto das reivindicações independentes, em que realizações adicionais são incorporadas às reivindicações dependentes. Deve-se observar que os aspectos e exemplos de acordo com a presente invenção descritos a seguir aplicam-se também a um aparelho de determinação de informações relevantes

para a agricultura, ao sistema de determinação de informações relevantes para a agricultura e ao método de determinação de informações relevantes para a agricultura.

[005] Segundo primeiro aspecto, é fornecido um aparelho de determinação de informações relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas, que compreende:

- uma unidade de entrada; e
- uma unidade de processamento.

[006] A unidade de entrada é configurada para fornecer à unidade de processamento pelo menos uma imagem de uma área agrícola. A pelo menos uma imagem foi obtida por pelo menos um satélite e/ou pelo menos um veículo aéreo, de forma que a pelo menos uma imagem fosse obtida através de altura substancial da atmosfera terrestre. A pelo menos uma imagem corresponde a pelo menos uma região da área agrícola, de forma que cada imagem dentre a pelo menos uma imagem corresponde a uma área diferente da área agrícola. A pelo menos uma imagem compreende dados de intensidade de reflexão remotamente obtidos relativos a uma série de características do solo. Uma imagem dentre a pelo menos uma imagem é de uma primeira área do ambiente agrícola. A unidade de entrada é configurada para fornecer à unidade de processamento pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área do ambiente agrícola, em que o pelo menos um dado de sensor foi obtido por pelo menos um sensor terrestre e/ou pelo menos um sensor próximo do solo. A unidade de processamento é configurada para implementar um modelo de propagação de radiação da atmosfera que utiliza pelo menos um parâmetro modelo. O pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um coeficiente de difusão atmosférica. A unidade de processamento é também configurada para determinar pelo menos um parâmetro modelo modificado. A determinação compreende a utilização do

modelo de propagação de radiação, dos dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente da imagem da primeira área e do pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área. A unidade de processamento é configurada para determinar pelo menos uma informação relevante para a agricultura para uma área em exame da pelo menos uma área. A determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, o pelo menos um parâmetro modelo modificado e uma imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame da pelo menos uma área.

[007] Em outras palavras, um modelo de propagação de radiação tal como um modelo de transferência de radiação ou subtração de objeto escuro pode utilizar informações fiéis ao terreno para ampliar as variáveis do modelo, de forma a permitir a correção e uso das imagens obtidas para fornecer informações relevantes para a agricultura.

[008] Em um exemplo, o pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um coeficiente de absorção atmosférica.

[009] Em um exemplo, o pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um estado de polarização de radiação que se propaga pela atmosfera.

[0010] Em outras palavras, informações verdadeiras do solo são utilizadas para corrigir um modelo de propagação de radiação atmosférica operado sobre uma imagem de uma área para a qual são disponíveis informações fiéis ao solo e isso permite a determinação de parâmetros de modelo modificados para o modelo de propagação de radiação que podem ser utilizados pelo modelo de propagação de radiação para determinar informações relevantes para a agricultura para as imagens obtidas daquela e de outras áreas.

[0011] Desta forma, imagens de satélite de diferentes locais e/ou imagens de diferentes satélites da mesma área ou de áreas diferentes podem

ser corrigidas, para que possam fornecer imagens equivalentes que teriam sido obtidas pelo mesmo satélite através de uma atmosfera sem perturbações. Não apenas podem ser obtidas informações relevantes para a agricultura para áreas que fornecem valores quantitativos absolutos, portanto, mas essas informações agrícolas quantitativas podem ser fornecidas por sistemas de obtenção de imagens diferentes, com base em imagens obtidas de um sistema que também possui dados obtidos por um sensor terrestre (ou próximo do solo). Informações de biomassa absoluta, por exemplo, podem, portanto, ser fornecidas a partir de imagens de áreas agrícolas obtidas por satélites e por aviões.

[0012] Em outras palavras, ao medir diretamente as propriedades da superfície ou da atmosfera próxima à superfície, pode-se utilizar melhor compreensão da composição da atmosfera (que filtra até parâmetros de modelo, tais como coeficientes de absorção e difusão e polarização de radiação) para ajustar os parâmetros exigidos pelo algoritmo de correção que opera como parte de um modelo de propagação de radiação. Este conhecimento pode ser então utilizado para esta e para outras cenas onde nenhum dado adicional é disponível.

[0013] Em um exemplo, a área em exame é a primeira área e a unidade de processamento é configurada para determinar uma imagem modificada da primeira área. A determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e da imagem obtida da primeira área.

[0014] Em um exemplo, a área em exame é uma segunda área dentre a série de áreas que é diferente da primeira área, em que uma imagem dentre a pelo menos uma imagem é da segunda área. A unidade de processamento é configurada para determinar uma imagem modificada da segunda área. A determinação compreende a utilização do modelo de

propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e da imagem obtida da segunda área.

[0015] Em um exemplo, o pelo menos um dado de sensor compreende dados de intensidade de reflexão de sensor relativos a pelo menos uma dentre a série de características do solo.

[0016] Em outras palavras, o sensor no solo ou perto do solo obtém dados de reflexão de características do solo através de altura pouco significativa da atmosfera terrestre. Os dados de reflexão podem, portanto, ser considerados insignificamente modificados pela atmosfera entre o sensor e o terreno.

[0017] Em um exemplo, os dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente compreendem dados de espectro e os dados de intensidade de reflexão do sensor compreendem dados de espectro.

[0018] Desta forma, conhecendo a intensidade refletida verdadeira na superfície da terra (em uma ou em todas as faixas de frequências), a comparação entre uma imagem que tenha sido corrigida por um algoritmo de transferência de radiação (ou um modelo de subtração de objetos escuros) e uma imagem fiel ao terreno com intensidades refletidas verdadeiras em uma ou mais faixas de comprimentos de onda permite ajuste dos parâmetros (coeficientes de absorção e difusão) utilizados no algoritmo de transferência de radiação. Este conhecimento pode ser então transferido para aquela e outras cenas, mesmo quando não houver dados fiéis ao terreno disponíveis.

[0019] Em um exemplo, pelo menos uma imagem de sensor compreende os dados de intensidade de reflexão do sensor.

[0020] Em outras palavras, o sensor dentre o pelo menos um sensor pode ser uma câmera, que pode ser uma câmera com capacidades de espectro. Esta poderá ser uma câmera RGB ou uma câmera de hiperespectro

que poderá possuir, por exemplo, resolução de nm ao longo de uma faixa de comprimentos de onda visível, ao longo de uma faixa de comprimentos de onda de infravermelho, ao longo de uma faixa de comprimentos de onda de infravermelho médio ou ao longo de mais uma dessas faixas de comprimentos de onda.

[0021] Em um exemplo, o pelo menos um dado de sensor compreende um ou mais dentre: dados de temperatura; dados de pressão do ar; dados de umidade; composição de ar; dados de densidade de aerossol; composição de aerossol; composição de partículas; e dados de espectro relativos à luz solar incidente na primeira área.

[0022] Em outras palavras, valores reais de temperatura, pressão do ar, umidade, composição do ar (na qual pode haver presença de diferentes gases, tais como O₃, O₂, N₂O, CH₄ e outras moléculas que possuem faixas de absorção na faixa de espectro detectada e pode haver vapor d'água e/ou poeira no ar) e a composição de partículas tal como a forma de partículas no ar, que pode gerar efeitos de polarização quando a radiação for difundida, e o teor de aerossol no ar podem ser utilizados para corrigir o modelo de transferência de radiação (ou modelo de subtração de objetos escuros) e, como esses valores reais referem-se à atmosfera próxima ao solo onde ela é mais espessa e os processos de absorção e difusão são consequentemente predominantes (difusão para o modelo DOS), esses dados geram análise aprimorada do modelo de transferência de radiação (ou modelo de subtração de objetos escuros).

[0023] Em um exemplo, o pelo menos um parâmetro modelo compreende um ou mais dentre: dados de temperatura; dados de pressão do ar; dados de umidade; composição de ar; dados de densidade de aerossol; composição de aerossol; e composição de partículas.

[0024] Em outras palavras, o modelo atmosférico pode utilizar

parâmetros, alguns dos quais podem ter suas informações relativas (dados de temperatura, dados de pressão do ar, dados de umidade e dados de densidade de aerossol) determinadas diretamente por sensores terrestres, alguns dos quais (coeficientes de absorção e difusão atmosférica e estado de polarização de radiação) podem ser determinados indiretamente com base nas imagens terrestres obtidas e essas informações podem ser utilizadas para corrigir o modelo atmosférico para que as imagens obtidas possam ser mais bem utilizadas para fornecer informações relevantes para a agricultura.

[0025] Em um exemplo, a determinação de pelo menos uma informação relevante para a agricultura para a área em exame compreende a determinação de pelo menos uma indicação de biomassa.

[0026] Em um exemplo, a primeira imagem foi obtida substancialmente ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

[0027] Em um exemplo, a área em exame é uma área diferente da primeira área, em que a imagem dentro a pelo menos uma imagem da área em exame foi obtida substancialmente ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

[0028] Conforme segundo aspecto, é fornecido um sistema de determinação de informações agrícolas relevantes em ambientes agrícolas, que compreende:

- pelo menos um sensor terrestre e/ou pelo menos um sensor próximo do solo;
- um aparelho para determinar informações relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas de acordo com o primeiro aspecto; e
- uma unidade de saída.

[0029] O pelo menos um sensor terrestre e/ou pelo menos um sensor próximo do solo é configurado para obter pelo menos um dado de sensor. A unidade de saída é configurada para emitir a pelo menos uma

informação relevante para a agricultura.

[0030] Segundo terceiro aspecto, é fornecido um método de determinação de informações relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas, que compreende:

a. fornecimento de uma unidade de processamento com pelo menos uma imagem de uma área agrícola, em que a pelo menos uma imagem foi obtida por pelo menos um satélite e/ou pelo menos um veículo aéreo, de forma que a pelo menos uma imagem corresponde a pelo menos uma região da área agrícola, de forma que cada imagem dentre a pelo menos uma imagem corresponde a uma área diferente da área agrícola; em que a pelo menos uma imagem compreende dados de intensidade de reflexão obtidos com relação a uma série de características do solo; e uma imagem dentre a pelo menos uma imagem é de uma primeira área do ambiente agrícola;

b. fornecimento à unidade de processamento de pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área do ambiente agrícola, em que o pelo menos um dado de sensor foi obtido por pelo menos um sensor terrestre e/ou pelo menos um sensor próximo do solo;

c. implementação, pela unidade de processamento, de um modelo de propagação de radiação da atmosfera que utilize pelo menos um parâmetro modelo, em que o pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um coeficiente de difusão atmosférica;

d. determinação, pela unidade de processamento, de pelo menos um parâmetro modelo modificado, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, dos dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente da imagem da primeira área e do pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área; e

e. determinação, pela unidade de processamento, de pelo menos uma informação relevante para a agricultura para uma área em exame

da pelo menos uma área, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e de uma imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame da pelo menos uma área.

[0031] Segundo outro aspecto, é fornecido um elemento de programa de computador para controle de um aparelho de acordo com o primeiro aspecto e/ou sistema de acordo com o segundo aspecto que, quando executado por um processador, é configurado para conduzir o método de acordo com o terceiro aspecto.

[0032] Convenientemente, os benefícios fornecidos por qualquer um dos aspectos acima aplicam-se igualmente a todos os demais aspectos e vice-versa.

[0033] Os exemplos e aspectos acima tornar-se-ão evidentes e serão elucidados com referência às realizações descritas a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0034] Exemplos de realizações serão descritos a seguir com referência às figuras abaixo:

- a Fig. 1 exhibe uma configuração esquemática de um exemplo de aparelho para determinar informações relevantes para a agricultura;
- a Fig. 2 exhibe uma configuração esquemática de um exemplo de sistema de determinação de informações relevantes para a agricultura;
- a Fig. 3 exhibe um método de determinação de informações relevantes para a agricultura; e
- a Fig. 4 exhibe um diagrama esquemático de um exemplo detalhado de um sistema de determinação de informações relevantes para a agricultura.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[0035] A Fig. 1 exibe um exemplo de aparelho 10 para determinar informações relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas. O aparelho 10 compreende uma unidade de entrada 20 e uma unidade de processamento 30. A unidade de entrada 20 é configurada para fornecer à unidade de processamento 30 pelo menos uma imagem de uma área agrícola. A pelo menos uma imagem foi obtida por pelo menos um satélite e/ou pelo menos um veículo aéreo, de forma que a pelo menos uma imagem fosse obtida através de altura substancial da atmosfera terrestre. A pelo menos uma imagem corresponde a pelo menos uma região da área agrícola, de forma que cada imagem dentre a pelo menos uma imagem corresponde a uma área diferente da área agrícola. A pelo menos uma imagem também compreende dados de intensidade de reflexão remotamente obtidos relativos a uma série de características do solo. Uma imagem dentre a pelo menos uma imagem é de uma primeira área do ambiente agrícola. A unidade de entrada 20 é também configurada para fornecer à unidade de processamento 30 pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área do ambiente agrícola. O pelo menos um dado de sensor foi obtido por pelo menos um sensor terrestre e/ou pelo menos um sensor próximo do solo. A unidade de processamento 30 é configurada para implementar um modelo de propagação de radiação da atmosfera que utiliza pelo menos um parâmetro modelo. O pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um coeficiente de difusão atmosférica. A unidade de processamento 30 é também configurada para determinar pelo menos um parâmetro modelo modificado. A determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, dos dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente da imagem da primeira área e do pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área. A unidade de processamento 30 é também configurada para determinar pelo menos uma

informação relevante para a agricultura para uma área em exame da pelo menos uma área, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e de uma imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame da pelo menos uma área.

[0036] Segundo um exemplo, o pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um coeficiente de absorção atmosférica.

[0037] Segundo um exemplo, o pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um estado de polarização de radiação que se propaga pela atmosfera.

[0038] Em um exemplo, o modelo de propagação de radiação é um modelo de subtração de objetos escuros.

[0039] Em um exemplo, o modelo de propagação de radiação é um modelo de transferência de radiação.

[0040] Em um exemplo, a área em exame é a primeira área. Em outras palavras, as imagens de uma área são utilizadas com um modelo de transferência de radiação ou modelo de subtração de objetos escuros e dados fiéis ao solo para aquela área, a fim de permitir variáveis corrigidas ou modificadas para o modelo (coeficientes de difusão atmosférica e, se necessário, coeficientes de absorção e polarização) a serem determinadas e que então permitem que a imagem seja mais bem interpretada, a fim de fornecer informações precisas e relevantes para a agricultura.

[0041] Em um exemplo, a pelo menos uma imagem compreende uma série de imagens e a área em exame é uma área diferente da primeira área. Em outras palavras, as imagens de uma área são utilizadas com um modelo de transferência de radiação ou modelo de subtração de objetos escuros e dados fiéis ao solo para aquela área, a fim de permitir variáveis corrigidas ou modificadas para o modelo a serem determinadas e então

permitir que outra imagem de uma área diferente seja analisada, a fim de fornecer informações precisas e relevantes para a agricultura.

[0042] Em um exemplo, o modelo de transferência de radiação compreende o algoritmo 6SV1. Em um exemplo, o modelo de transferência de radiação compreende o algoritmo RT3 (transferência de radiação). Em um exemplo, o modelo de transferência de radiação compreende o algoritmo MODTRAN (radiação e transmissão atmosférica com resolução moderada). Em um exemplo, o modelo de transferência de radiação compreende o algoritmo SHARM (harmônicos esféricos). Em um exemplo, podem ser utilizados outros algoritmos de reflexão, absorção e transmissão atmosférica. Em um exemplo, o modelo de transferência de radiação compreende uma combinação de dois ou mais destes algoritmos. Mais detalhes sobre o algoritmo 6SV1 podem ser encontrados nos documentos de S. Y. Kotchenova et al: *Validation of a vector version of the 6S radiative transfer code for atmospheric correction of satellite data. Parte I: Path radiance, Appl. Opt.* 45, 6762-6774 (2006) e S. Y. Kotchenova et al: *Validation of a vector version of the 6S radiative transfer code for atmospheric correction of satellite data. Parte II: Lambertian and anisotropic surfaces, Appl. Opt.* 46, 4455-4464 (2007). Mais detalhes sobre o algoritmo MODTRAN podem ser encontrados no documento de A. Berk et al: *MODTRAN4 radiative transfer modelling for atmospheric correction, Proc. SPIE* 3756, 348-353 (1999). Mais detalhes sobre o algoritmo RT3 podem ser encontrados no documento de K. F. Evans e G. L. Stephens: *A new polarized atmospheric radiative transfer model, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* 46, 413-423 (1991). Mais detalhes sobre o algoritmo SHARM podem ser encontrados nos documentos de T. Z. Muldashev et al: *Spherical harmonics method in the problem of radiative transfer in the atmosphere – surface system, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* 61, 393-404 (1999) e A. I. Lyapustin: *Radiative transfer code SHARM for atmospheric and terrestrial application,*

Appl. Opt. 44, 7764-7772 (2005).

[0043] Mais detalhes sobre modelos de subtração de objetos escuros podem ser encontrados no documento de P. S. Chavez Jr., *An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction for multispectral dat. Remote Sensing of Environment*, 24, 459-479 (1988).

[0044] Segundo um exemplo, a área em exame é a primeira área e a unidade de processamento é configurada para determinar uma imagem modificada da primeira área, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação e o pelo menos um parâmetro modelo modificado e a imagem obtida da primeira área.

[0045] Segundo um exemplo, a área em exame é uma segunda área dentre a série de áreas que é diferente da primeira área, em que uma imagem dentre a pelo menos uma imagem é da segunda área. A unidade de processamento é configurada para determinar uma imagem modificada da segunda área. A determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, o pelo menos um parâmetro modelo modificado e a imagem obtida da segunda área.

[0046] Segundo um exemplo, o pelo menos um dado de sensor compreende dados de intensidade de reflexão de sensor relativos a pelo menos uma dentre a série de características do solo.

[0047] Em um exemplo, o pelo menos um sensor que obtém os dados de reflexão compreende sensor passivo, que pode envolver a formação de imagens. Os dados de reflexão que são obtidos referem-se, portanto, à luz solar que passou através da atmosfera até características do solo, em que a radiação é refletida pelas características e, em seguida, essa radiação refletida propaga-se para o pelo menos o sensor através de altura mínima de atmosfera. De fato, portanto, um modelo de propagação de radiação tal como um modelo

de transferência de radiação ou modelo de subtração de objetos escuros pode ser utilizado para corrigir a difusão atmosférica (e efeitos de polarização e absorção atmosférica para o modelo de transferência de radiação) relativa à luz solar que se propagou através da atmosfera até características do solo e é refletida pelas características do solo e essa radiação refletida propaga-se de volta em seguida através da atmosfera, possivelmente em direção e ângulo diferentes com polarização diferente e diferente distribuição da potência do espectro até a radiação incidente para um sensor remoto, por exemplo, em um satélite.

[0048] Isso é conseguido porque, de fato, o modelo de transferência de radiação com coeficientes de difusão e absorção idealizados (e informações do estado de polarização idealizado), em que esses parâmetros também são função da altura sobre o solo, pode ser utilizado para determinar dados de intensidade de reflexão idealizados para características do solo. Os dados de reflexão obtidos pelo sensor terrestre fornecem, entretanto, dados que não sofreram absorção e difusão de radiação (e outros efeitos atmosféricos perturbadores) ao saírem das características do solo para o sistema de detecção remoto. Comparando-se os dados de reflexão idealizados, determinados utilizando-se o modelo de transferência de radiação, com os dados de reflexão terrestres (ou próximos do solo), portanto, os coeficientes de difusão e absorção idealizados podem ser modificados até que os dados de reflexão para as características produzidas pelo modelo sejam consistentes com a luz solar que passou através da atmosfera, refletida pelas características e imediatamente detectada. O mesmo se aplica à polarização e à correção que é aplicada à radiação solar incidente e à radiação emitida que se propaga para a plataforma sensora remota – tal como um satélite. O modelo de transferência de radiação (ou modelo de subtração de objetos escuros) possui agora, portanto, coeficientes de difusão e absorção corrigidos ou modificados e

polarização (e coeficientes de difusão para o modelo DOS) que podem ser aplicados a outras imagens obtidas remotamente, a fim de fornecer dados de reflexão mais corretos referentes à ausência de difusão ou absorção atmosférica. Isso ocorre porque o efeito da luz solar que passa através da atmosfera até características do solo pode também ser corrigido. Esses dados de reflexão precisos e corrigidos para características do solo, tais como as folhas de plantas produtoras, podem ser utilizados para determinar informações precisas e relevantes para a agricultura, tais como índice de biomassa.

[0049] De forma similar, um modelo de subtração de objetos escuros que considera que um objeto escuro sobre o solo possui reflexão zero pode ser modificado para fornecer resultados que coincidem com os dados fiéis ao solo realmente obtidos e esse modelo pode ser então aplicado a imagens remotamente obtidas para determinar informações relevantes para a agricultura.

[0050] Em um exemplo, o pelo menos um sensor que obtém os dados de reflexão compreende sensor ativo, que pode envolver formação de imagens. Desta forma, por exemplo, um sensor pode emitir radiação que é refletida pelo solo e essa radiação refletida é detectada. Esta poderá ser de um único comprimento de onda ou possuir conteúdo espectral. Essa informação fiel ao solo não sofreu, entretanto, quase nenhuma perturbação atmosférica e pode ser utilizada para corrigir o modelo de transferência de radiação para fornecer coeficientes de absorção e difusão modificados mais corretos.

[0051] Segundo um exemplo, os dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente compreendem dados de espectro e os dados de intensidade de reflexão do sensor compreendem dados de espectro.

[0052] Segundo um exemplo, pelo menos uma imagem de sensor compreende os dados de intensidade de reflexão do sensor. Segundo um exemplo, o pelo menos um dado de sensor compreende um ou mais dentre:

dados de temperatura; dados de pressão do ar; dados de umidade; composição de ar; dados de densidade de aerossol; composição de aerossol; composição de partículas; e dados de espectro relativos à luz solar incidente na primeira área.

[0053] Em um exemplo, o pelo menos um dado sensor compreende dados obtidos em uma série de alturas acima do solo.

[0054] Ao fornecer dados com fidelidade vertical, é fornecida compreensão de primeiro grau aproximada do escalonamento da atmosfera com a altitude, o que permite correção mais precisa do algoritmo de transferência de radiação.

[0055] Em outras palavras, um espectrômetro voltado para o céu obtém um espectro da luz solar incidente. Esses dados fiéis ao solo podem ser utilizados isoladamente para corrigir o modelo de transferência de radiação e fornecer coeficientes modificados de absorção e difusão e polarização de radiação (ou corrigir o modelo de subtração de objetos escuros e fornecer coeficientes de difusão modificados). Quando os dados de sensor também compreenderem dados de reflexão de características do solo, que sejam monocromáticos ou em múltiplos espectros, esses dados, em conjunto com o espectro da luz solar, podem ser utilizados para fornecer correção aprimorada do modelo de transferência de radiação (ou modelo DOS), pois os efeitos da atmosfera podem ser totalmente corrigidos, permitindo a obtenção de imagens precisas e quantitativas do solo de plataformas remotas, tais como satélites, a partir das quais podem ser determinadas informações quantitativas relevantes para a agricultura.

[0056] Segundo um exemplo, o pelo menos um parâmetro modelo compreende um ou mais dentre: dados de temperatura; dados de pressão do ar; dados de umidade; composição de ar; dados de densidade de aerossol; composição de aerossol; e composição de partículas.

[0057] Segundo um exemplo, a determinação de pelo menos uma informação relevante para a agricultura para a área em exame compreende a determinação de pelo menos uma indicação de biomassa.

[0058] Em um exemplo, a determinação da pelo menos uma indicação de biomassa compreende a determinação de pelo menos um índice de vegetação com diferença normalizada.

[0059] Segundo um exemplo, a primeira imagem foi obtida substancialmente ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

[0060] Segundo um exemplo, a área em exame é uma área diferente da primeira área e a imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame foi obtida substancialmente ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

[0061] Em um exemplo, cada imagem dentre a pelo menos uma imagem da área agrícola foi obtida substancialmente ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

[0062] Obtendo-se dados do sensor terrestre ao mesmo tempo em que as imagens obtidas por satélite, pode-se garantir que as mesmas condições ambientais se apliquem com relação às imagens obtidas por satélite ou aviões e com relação aos dados do sensor terrestre.

[0063] A Fig. 2 exibe um exemplo de sistema 100 de determinação de informações relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas. O sistema 100 compreende pelo menos um sensor terrestre e/ou pelo menos um sensor próximo do solo 110 e um aparelho 10 para determinar informações relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas conforme descrito com relação à Fig. 1. O sistema também compreende uma unidade de saída 120. O pelo menos um sensor terrestre e/ou pelo menos um sensor próximo do solo 110 é configurado para obter pelo menos um dado de sensor. A unidade de saída 120 é configurada para emitir a pelo menos uma

informação relevante para a agricultura.

[0064] A Fig. 3 exibe um método 200 de determinação de informações relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas nas suas etapas básicas. O método 200 compreende:

- em uma etapa de fornecimento 210, também denominada etapa (a), fornecimento a uma unidade de processamento de pelo menos uma imagem de uma área agrícola. A pelo menos uma imagem foi obtida por pelo menos um satélite e/ou pelo menos um veículo aéreo, de forma que a pelo menos uma imagem fosse obtida através de altura substancial da atmosfera terrestre. A pelo menos uma imagem corresponde a pelo menos uma região da área agrícola, de forma que cada imagem dentre a pelo menos uma imagem corresponda a uma região diferente da área agrícola. A pelo menos uma imagem compreende dados de intensidade de reflexão remotamente obtidos referentes a uma série de características do solo; em que uma imagem dentre a pelo menos uma imagem é de uma primeira área do ambiente agrícola; em uma etapa de fornecimento 220, também denominada etapa (b), fornecimento à unidade de processamento de pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área do ambiente agrícola. O pelo menos um dado de sensor foi obtido por pelo menos um sensor terrestre e/ou próximo do solo; em uma etapa de implementação 230, também denominada etapa (c), implementação pela unidade de processamento de um modelo de propagação de radiação da atmosfera que utiliza pelo menos um parâmetro modelo. O pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um coeficiente de difusão atmosférica; em uma etapa de determinação 240, também denominada etapa (d), determinação, pela unidade de processamento, de pelo menos um parâmetro modelo modificado. A determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, dos dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente da imagem da primeira área e do pelo menos um dado de

sensor relativo à primeira área; e, em uma etapa de determinação 250, também denominada etapa (e), determinação, pela unidade de processamento, de pelo menos uma informação relevante para a agricultura para uma área em exame da pelo menos uma área. A determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e de uma imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame da pelo menos uma área.

[0065] Em um exemplo, o pelo menos um parâmetro atmosférico compreende pelo menos um coeficiente de absorção atmosférica.

[0066] Em um exemplo, o pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um estado de polarização.

[0067] Em um exemplo, a área em exame é a primeira área e a etapa (e) compreende a determinação de uma imagem modificada da primeira área, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e da imagem obtida da primeira área.

[0068] Em um exemplo, a área em exame é uma segunda área dentre a série de áreas que é diferente da primeira área e uma imagem da pelo menos uma imagem é da segunda área, em que a etapa (e) compreende a determinação de uma imagem modificada da segunda área e a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e da imagem obtida da segunda área.

[0069] Em um exemplo, o pelo menos um dado de sensor compreende dados de intensidade de reflexão de sensor relativos a pelo menos uma dentre a série de características do solo.

[0070] Em um exemplo, os dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente compreendem dados de espectro e os dados de intensidade de reflexão do sensor compreendem dados de espectro.

[0071] Em um exemplo, pelo menos uma imagem de sensor compreende os dados de intensidade de reflexão do sensor.

[0072] Em um exemplo, o pelo menos um dado de sensor compreende um ou mais dentre: dados de temperatura; dados de pressão de ar; dados de umidade; e dados de densidade de aerossol.

[0073] Em um exemplo, o pelo menos um dado sensor compreende dados obtidos em uma série de alturas acima do solo.

[0074] Em um exemplo, a determinação de pelo menos uma informação relevante para a agricultura para a área em exame compreende a determinação de pelo menos uma indicação de biomassa.

[0075] Em um exemplo, a determinação da pelo menos uma indicação de biomassa compreende a determinação de pelo menos um índice de vegetação com diferença normalizada.

[0076] Em um exemplo, a primeira imagem foi obtida substancialmente ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

[0077] Em um exemplo, a área em exame é uma área diferente da primeira área, em que a imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame foi obtida substancialmente ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

[0078] A Fig. 4 exibe um exemplo detalhado de um sistema de determinação de informações relevantes para a agricultura. O agricultor encontra-se em um campo e opera maquinaria agrícola, tal como um trator. O trator possui um conjunto de sensores. Um conjunto de sensores fornece informações sobre a temperatura do ar, a pressão do ar e a umidade. Os sensores também determinam a composição do ar, em termos dos diferentes gases presentes, composição de aerossol e composição de partículas no ar. Outro sensor sobre a maquinaria obtém imagens de hiperespectro do solo, incluindo da produção no campo. Outro sensor está voltado para o céu e obtém

um espectro da radiação incidente que ilumina o campo e a produção. A maquinaria agrícola possui um sensor de GPS para registrar a posição em que esses dados de sensor foram obtidos. No campo, é também posicionado um sensor estacionário que obtém os mesmos dados obtidos pela maquinaria agrícola, mas em um único local.

[0079] É também exibido na Fig. 4 um satélite sobrevoando o local. O satélite obtém imagens do campo e dos campos vizinhos, à medida que passa por eles. A câmera do satélite obtém imagens do hiperespectro. O momento de obtenção das imagens do satélite é registrado.

[0080] O agricultor liga o seu computador e deseja conhecer o progresso dos diferentes produtos da sua fazenda, para determinar se é necessária alguma ação corretiva ou outra. A produção pode variar dentro de um campo e o mesmo produto pode variar de um campo para outro. Uma forma que permite ao agricultor fazê-lo é utilizando as imagens de hiperespectro da produção no campo para determinar o Índice de Vegetação com Diferença Normalizada, a partir do qual pode ser determinada uma indicação da biomassa. O agricultor não visitou certas partes da sua fazenda por um bom tempo, entretanto, e não possui sistemas sensores estacionários suficientes para fornecer a fidelidade de dados necessária. As imagens de satélite podem ser utilizadas para determinar dados de reflexão do hiperespectro para a produção, corrigindo a atmosfera com o uso, por exemplo, de um modelo de transferência de radiação da atmosfera; poder-se-á também utilizar a subtração de objetos escuros. Isso significa que o processamento das imagens obtidas por satélite tenta corrigir perturbação atmosférica para fornecer dados do hiperespectro “reais” para a produção. Conforme observado, entretanto, na Fig. 4, a obtenção de imagens por satélite é extremamente complicada. À medida que passa através da atmosfera, a luz do sol é difundida e absorvida no seu caminho até o solo. Na verdade, parte da radiação será

difundida na atmosfera e será detectada pela câmera do satélite sem interação com o solo. A radiação incidente reflete a radiação, em que a radiação é absorvida e refletida com base nas propriedades do produto – que é exatamente o que o agricultor realmente deseja. Em seguida, a radiação propaga-se para longe do solo e é novamente difundida e absorvida antes de ser detectada pela câmera do satélite. A polarização da radiação à medida que progride através da atmosfera pode ser também alterada devido à difusão de partículas, por exemplo, e isso pode alterar a sua forma de absorção e difusão subsequente. O modelo de transferência de radiação tenta corrigir esses processos para fornecer ao agricultor os dados de reflexão reais para a sua produção. A partir dele, pode ser calculada uma indicação da biomassa. As correções não são suficientemente boas para as suas necessidades, entretanto, porque a atmosfera, especialmente aquela próxima ao solo, somente pode ser calculada de forma aproximada pelo modelo de transferência de radiação e uma atmosfera real distante dessa atmosfera ideal gera desvios significativos dos dados de reflexão da produção determinados “reais”.

[0081] Na verdade, o computador utilizado pelo agricultor é, portanto, um aparelho conforme descrito acima com relação à Fig. 1. Um programa utiliza os dados do seu campo obtidos pelo sensor, tais como os dados de reflexão reais da produção e o espectro de radiação incidente, e também utiliza a temperatura do ar, pressão do ar, umidade, composição de ar, em termos dos diferentes gases presentes, composição de aerossol e a composição de partículas no ar. Esse programa utiliza as imagens obtidas via satélite para aquele dia, idealmente as mais próximas possíveis ao momento em que os dados do sensor terrestre foram obtidos. Se, por exemplo, houvesse uma cobertura de nuvens quando o satélite sobrevoou meia hora atrás, mas o céu estivesse claro algumas horas antes ou mesmo no dia anterior, aquelas imagens de satélite seriam utilizadas, desde que as condições meteorológicas

fossem similares. O programa utiliza então os dados do sensor terrestre e um modelo de transferência de radiação para modificar a forma em que o modelo de transferência de radiação modela a atmosfera, até que uma imagem hiperespectral da produção obtida pelo satélite, no local de um sensor terrestre, coincida com uma imagem hiperespectral da produção obtida por aquele sistema sensor terrestre. De fato, os parâmetros de modelo do modelo de transferência de radiação variam até que seja encontrada uma coincidência. De certa forma, realiza-se um procedimento de minimização até que haja uma coincidência. Diversos métodos diferentes podem ser utilizados para variar os parâmetros de modelo até que seja encontrada uma coincidência. Existem, portanto, diversos métodos diferentes que podem ser realizados em uma série de formas diferentes para obter parâmetros de modelo modificados.

[0082] O modelo de transferência de radiação com os parâmetros modificados pode então operar sobre as imagens do campo, longe do local de obtenção dos dados do sensor terrestre e mesmo em outras partes da fazenda onde não foram obtidos dados do sensor terrestre. Utilizando o seu modelo modificado de perturbação atmosférica, ou seja, utilizando os parâmetros de modelo modificados, as imagens obtidas podem ser utilizadas para fornecer uma representação muito melhor dos dados de hiperspectro reais para a produção nesses locais. Estes dados podem ser então utilizados pelo agricultor para determinar uma indicação da biomassa ou obter, de outra forma, compreensão do progresso da produção e de ações corretivas que podem ser tomadas, tais como a aplicação de fertilizante, rega, aplicação de herbicida ou inseticida, fungicida, diferentes sementes/variedades/revestimentos de sementes na próxima estação ou alteração de práticas de gestão, por exemplo. O agricultor pode também utilizar estas informações para decidir pela colheita da safra. Alternativamente, imagens de um campo sem produção podem ser obtidas e utilizadas para determinar a época do plantio.

[0083] Em outro exemplo de realização, é fornecido um programa de computador ou elemento de programa de computador que é caracterizado por ser configurado para executar as etapas de método do método de acordo com uma das realizações anteriores, em um sistema apropriado.

[0084] O elemento de programa de computador poderá, portanto, ser armazenado em uma unidade de computador, que poderá também ser parte de uma realização. Esta unidade de computação pode ser configurada para realizar ou induzir a realização das etapas do método descrito acima. Além disso, ele pode ser configurado para operar os componentes do aparelho e/ou sistema descrito acima. A unidade de computação pode ser configurada para operar automaticamente e/ou executar as ordens do usuário. Um programa de computador pode ser carregado em uma memória de trabalho de um processador de dados. O processador de dados pode, portanto, ser equipado para conduzir o método de acordo com qualquer das realizações anteriores.

[0085] Este exemplo de realização da presente invenção cobre um programa de computador que utiliza a presente invenção desde o princípio e um programa de computador que, por meio de uma atualização, transforma um programa existente em um programa que utiliza a presente invenção.

[0086] Além disso, o elemento de programa de computador poderá ser capaz de fornecer todas as etapas necessárias para atender ao procedimento de um exemplo de realização do método conforme descrito acima.

[0087] Segundo um exemplo adicional de realização da presente invenção, é apresentado um meio legível por computador, tal como CD-ROM, pendrive ou similar, em que o meio legível por computador contém um elemento de programa de computador nele armazenado e o elemento de programa de computador é descrito pelo capítulo anterior.

[0088] Um programa de computador pode ser armazenado e/ou distribuído em meio apropriado, tal como um meio de armazenagem óptica ou meio em estado sólido, fornecido em conjunto ou como parte de outro hardware, mas pode também ser distribuído em outras formas, tais como via Internet ou outros sistemas de telecomunicação com ou sem fio.

[0089] O programa de computador pode ser também apresentado, entretanto, em uma rede como a World Wide Web e pode ser descarregado na memória de trabalho de um processador de dados a partir dessa rede. Segundo um exemplo adicional de realização da presente invenção, é fornecido um meio para disponibilizar um elemento de programa de computador, em que o elemento de programa de computador é disposto para realizar um método de acordo com uma das realizações da presente invenção descritas anteriormente.

[0090] É necessário observar que realizações da presente invenção são descritas com referência a diferentes objetos. Particularmente, algumas realizações são descritas com referência a reivindicações de métodos, enquanto outras realizações são descritas com referência a reivindicações de dispositivos. Os técnicos no assunto compreenderão a partir da descrição acima e a seguir, entretanto, que, a menos que indicado em contrário, além de qualquer combinação de características pertencentes a um tipo de objeto, qualquer combinação entre características referentes a objetos diferentes é também considerada descrita com o presente pedido. Particularmente, todas as características podem ser combinadas, fornecendo efeitos sinérgicos que são mais que a simples soma das características.

[0091] Embora a presente invenção tenha sido ilustrada e descrita em detalhes nas figuras e no relatório descritivo acima, essa ilustração e descrição devem ser consideradas ilustrativas ou exemplos e não restritivas. A presente invenção não é limitada às realizações descritas. Outras variações

das realizações descritas podem ser compreendidas e efetuadas pelos técnicos no assunto na prática da presente invenção, a partir do estudo das figuras, do relatório descritivo e das reivindicações anexas.

[0092] Nas reivindicações, a expressão “que compreende” não exclui outros elementos ou etapas e o artigo indefinido “um” ou “uma” não exclui uma série. Um único processador ou outra unidade pode desempenhar as funções de vários itens indicados nas reivindicações. O mero fato de que certas medidas são indicadas em reivindicações dependentes diferentes entre si não indica que uma combinação dessas medidas não possa ser utilizada com vantagens. Nenhum sinal de referência nas reivindicações deverá ser interpretado como limitador do escopo.

REIVINDICAÇÕES

1. APARELHO (10) PARA DETERMINAR INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA A AGRICULTURA em ambientes agrícolas, compreendendo:

- uma unidade de entrada (20); e
- uma unidade de processamento (30);

em que a unidade de entrada (20) é configurada para fornecer à unidade de processamento (30) pelo menos uma imagem de uma área agrícola, em que a pelo menos uma imagem foi obtida por pelo menos um satélite e/ou pelo menos um veículo aéreo, de forma que a pelo menos uma imagem fosse obtida através de uma altura da atmosfera terrestre, em que a pelo menos uma imagem corresponde a pelo menos uma região da área agrícola, de forma que cada imagem dentre a pelo menos uma imagem corresponda a uma região diferente da área agrícola; em que a pelo menos uma imagem compreende dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente, relativos a uma série de características do solo (110);

em que uma imagem dentre a pelo menos uma imagem é de uma primeira área do ambiente agrícola;

em que a unidade de entrada (20) é configurada para fornecer à unidade de processamento (30) pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área do ambiente agrícola e o pelo menos um dado de sensor foi obtido por pelo menos um sensor terrestre (110);

caracterizado pela unidade de processamento (30) ser configurada para implementar um modelo de propagação de radiação da atmosfera que utilize pelo menos um parâmetro modelo, em que o pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um coeficiente de difusão atmosférica e pelo menos uma ou mais informações sobre a temperatura do ar ou a pressão do ar;

em que a unidade de processamento (30) é configurada para determinar pelo menos um parâmetro modelo modificado e a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, dos dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente da imagem da primeira área e do pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área; e

em que a unidade de processamento (30) é configurada para determinar pelo menos uma informação relevante para a agricultura para uma área em exame da pelo menos uma área, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e de uma imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame da pelo menos uma área

em que uma primeira imagem é obtida ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor, e em que o modelo de propagação de radiação é um modelo de transferência de radiação.

2. APARELHO (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por pelo menos um parâmetro modelo compreender pelo menos um coeficiente de absorção atmosférica.

3. APARELHO (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado por pelo menos um parâmetro modelo compreender pelo menos um estado de polarização de radiação que se propaga através da atmosfera.

4. APARELHO (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pela área em exame ser a primeira área e a unidade de processamento (30) é configurada para determinar uma imagem modificada da primeira área, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e da imagem obtida da primeira área.

5. APARELHO (10) de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 4, caracterizado pela área em exame ser uma segunda área dentre uma série de áreas que é diferente da primeira área e uma imagem da pelo menos uma imagem é da segunda área, em que a unidade de processamento (30) é configurada para determinar uma imagem modificada da segunda área e a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e da imagem obtida da segunda área.

6. APARELHO (10) de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 5, caracterizado por o pelo menos um dado de sensor compreender dados de intensidade de reflexão de sensor relativos a pelo menos uma dentre a série de características do solo (110).

7. APARELHO (10) de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelos dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente compreenderem dados de espectro e os dados de intensidade de reflexão do sensor compreendem dados de espectro.

8. APARELHO (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 7, caracterizado por pelo menos uma imagem de sensor compreender os dados de intensidade de reflexão do sensor.

9. APARELHO (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por o pelo menos um dado de sensor compreender um ou mais dentre: dados de temperatura; dados de pressão do ar; dados de umidade; composição de ar; dados de densidade de aerossol; composição de aerossol; composição de partículas; e dados de espectro relativos à luz solar incidente na primeira área.

10. APARELHO (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por o pelo menos um parâmetro modelo compreender adicionalmente um ou mais dentre: dados de umidade; composição de ar; dados de densidade de aerossol; composição de aerossol; e

composição de partículas.

11. APARELHO (10) de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 10, caracterizado pela determinação de pelo menos uma informação relevante para a agricultura para a área em exame compreender a determinação de pelo menos uma indicação de biomassa.

12. APARELHO (10) de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 11, caracterizado por cada imagem da pelo menos uma imagem da área agrícola ser obtida ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

13. APARELHO (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pela área em exame ser uma área diferente da primeira área e a imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame ser obtida ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor.

14. SISTEMA (100) DE DETERMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas, caracterizado por compreender:

- pelo menos um sensor terrestre (110);
- um aparelho (10) para determinar informações relevantes

para a agricultura em ambientes agrícolas conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13; e

- uma unidade de saída (120);

em que o pelo menos um sensor terrestre (110) é configurado para obter o pelo menos um dado de sensor; e a unidade de saída é configurada para emitir a pelo menos uma informação relevante para a agricultura.

15. MÉTODO (200) DE DETERMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES relevantes para a agricultura em ambientes agrícolas, compreendendo as

seguintes etapas:

a) fornecimento (210) a uma unidade de processamento (30) de pelo menos uma imagem de uma área agrícola, em que a pelo menos uma imagem foi obtida por pelo menos um satélite e/ou pelo menos um veículo aéreo, de forma que a pelo menos uma imagem fosse obtida através de altura da atmosfera terrestre, em que a pelo menos uma imagem corresponde a pelo menos uma região da área agrícola, de forma que cada imagem dentre a pelo menos uma imagem corresponda a uma região diferente da área agrícola; em que a pelo menos uma imagem compreende dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente com relação a uma série de características do solo (110); e uma imagem dentre a pelo menos uma imagem é de uma primeira área do ambiente agrícola;

b) fornecimento (220) à unidade de processamento (30) de pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área do ambiente agrícola, em que o pelo menos um dado de sensor foi obtido por pelo menos um sensor terrestre (110);

o método (200) caracterizado por compreender adicionalmente as seguintes etapas:

c) implementação (230), pela unidade de processamento (30), de um modelo de propagação de radiação da atmosfera que utilize pelo menos um parâmetro modelo, em que o pelo menos um parâmetro modelo compreende pelo menos um coeficiente de difusão atmosférica e pelo menos uma ou mais informações sobre a temperatura do ar ou a pressão do ar;

d) determinação (240), pela unidade de processamento (30), de pelo menos um parâmetro modelo modificado, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, dos dados de intensidade de reflexão obtidos remotamente da imagem da primeira área e do pelo menos um dado de sensor relativo à primeira área; e

e) determinação (250), pela unidade de processamento (30), de pelo menos uma informação relevante para a agricultura para uma área em exame da pelo menos uma área, em que a determinação compreende a utilização do modelo de propagação de radiação, do pelo menos um parâmetro modelo modificado e de uma imagem dentre a pelo menos uma imagem da área em exame da pelo menos uma área;

em que uma primeira imagem é obtida ao mesmo tempo em que o pelo menos um dado de sensor, e em que o modelo de propagação de radiação é um modelo de transferência de radiação.

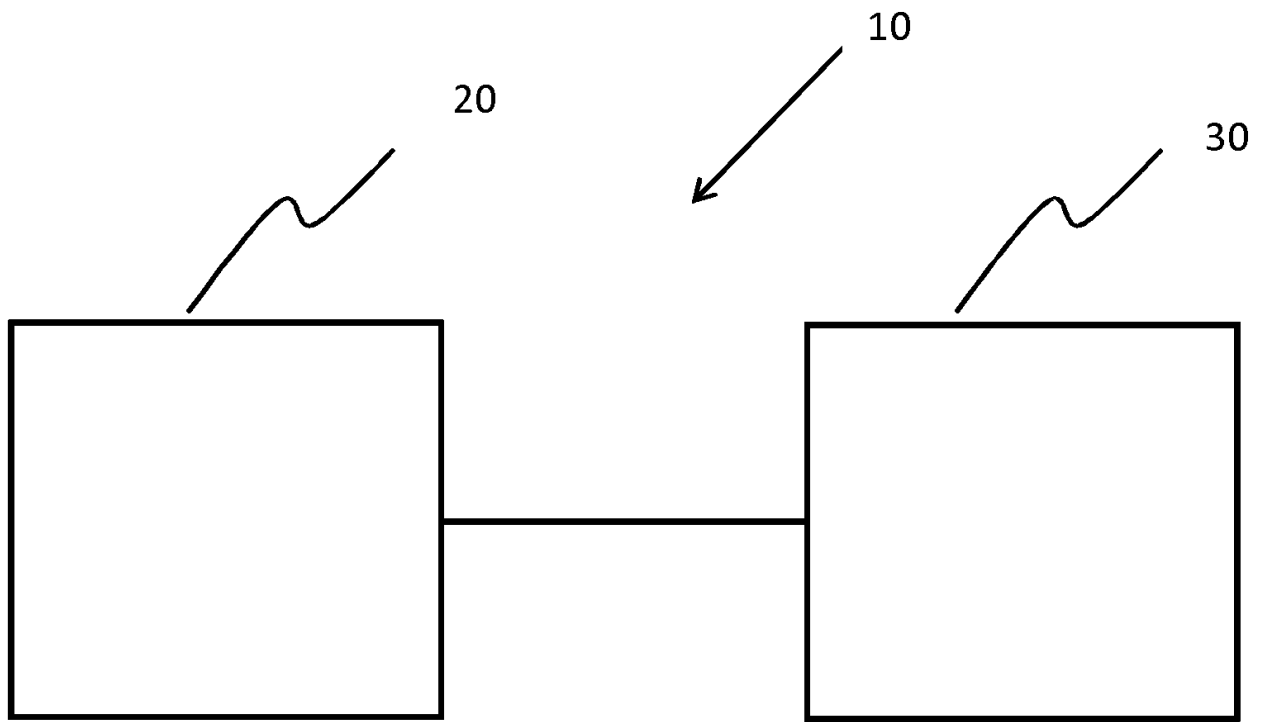


Fig. 1

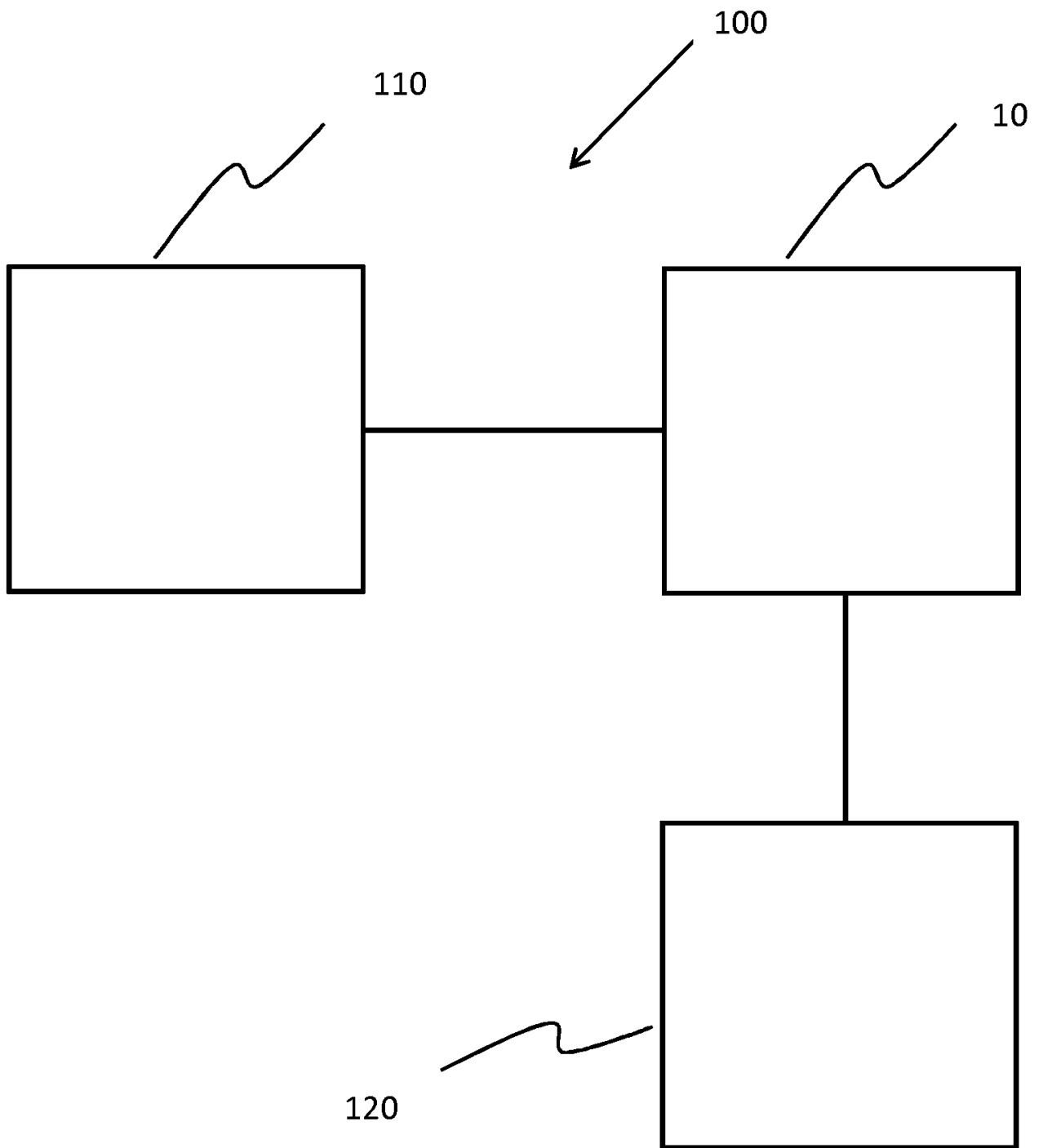


Fig. 2

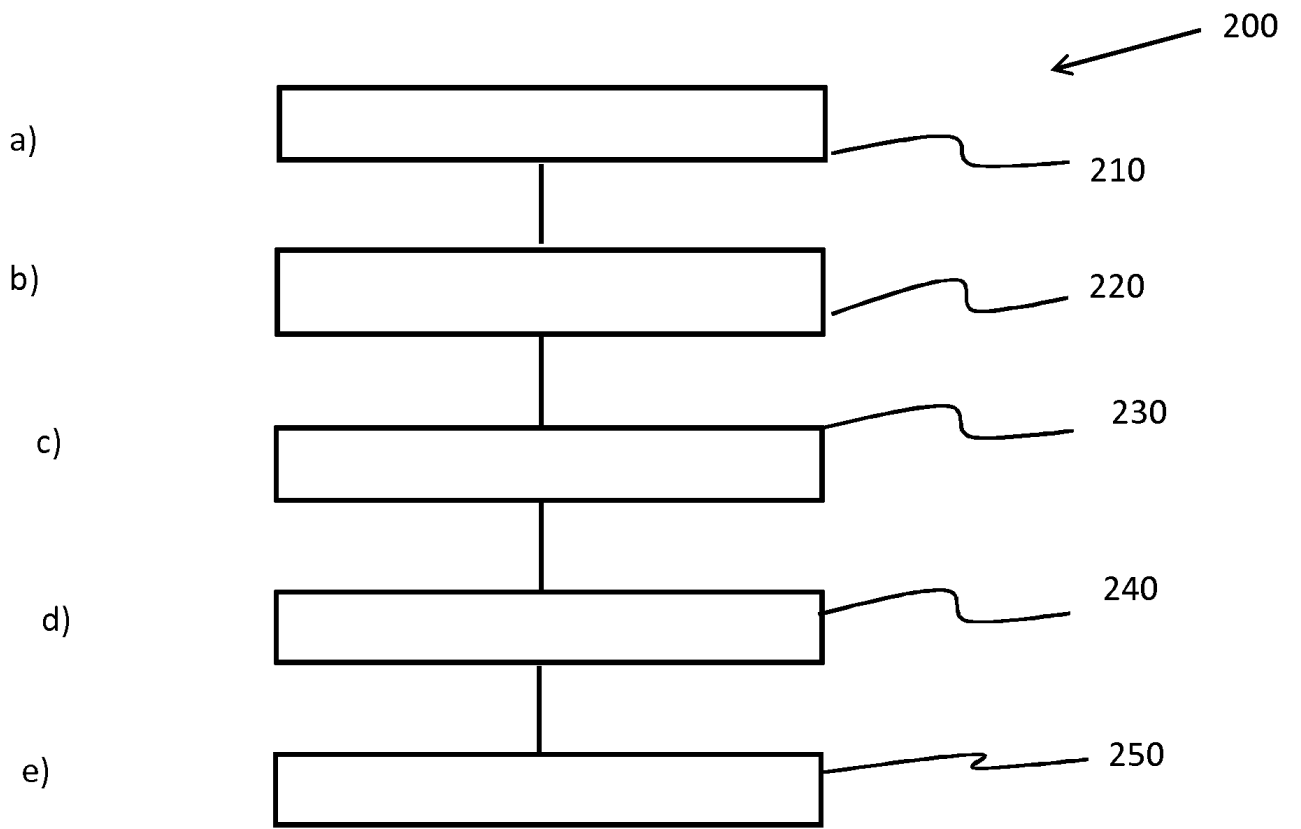


Fig. 3

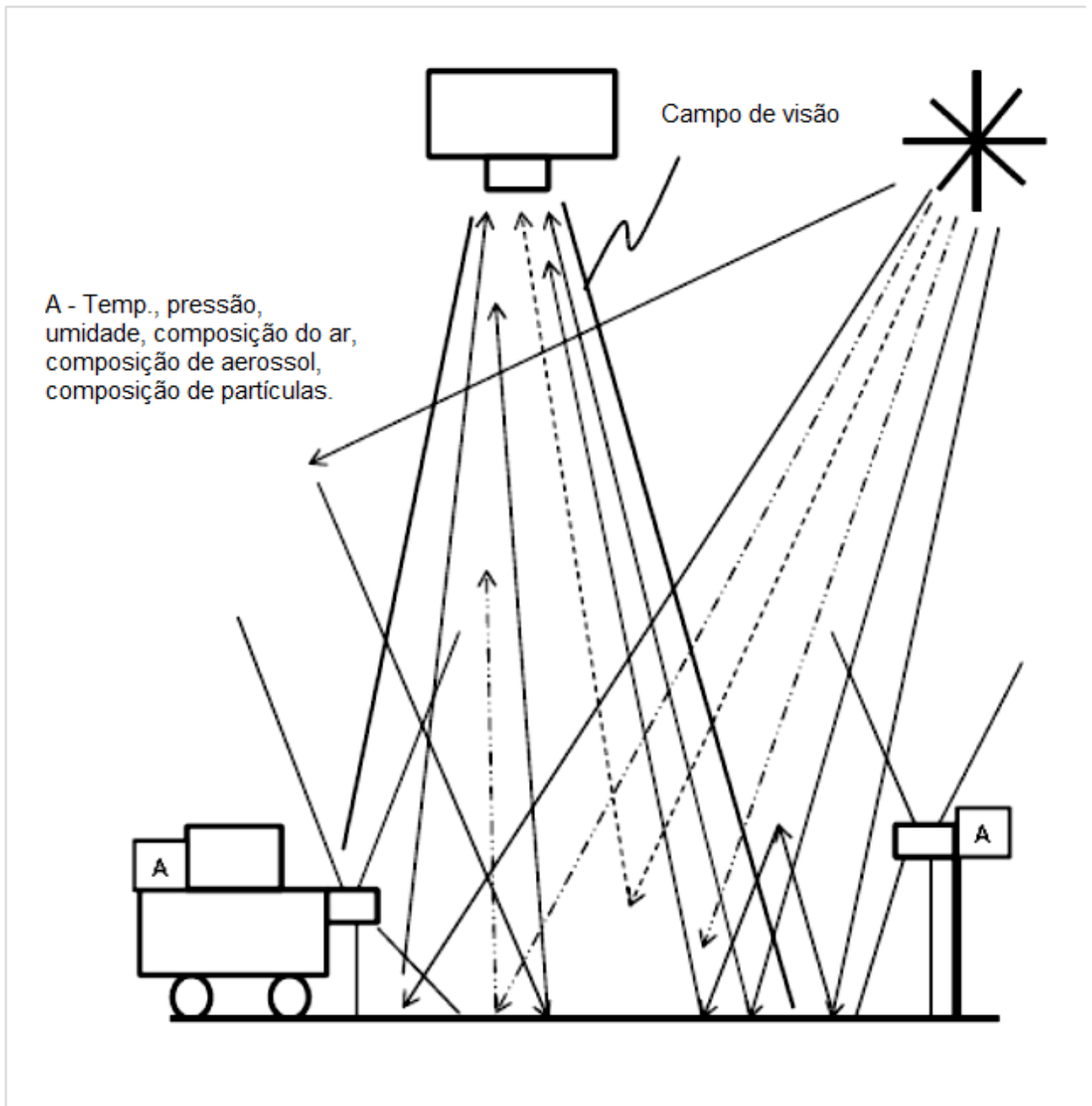


Fig. 4