



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

(21) BR 112013006568-0 A2



(22) Data do Depósito: 14/09/2011

(43) Data da Publicação Nacional: 01/12/2020

(54) **Título:** SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, E MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS

(51) **Int. Cl.:** B07C 5/10; B07C 5/342.

(30) **Prioridade Unionista:** 23/09/2010 MY PI 2010700069.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA.

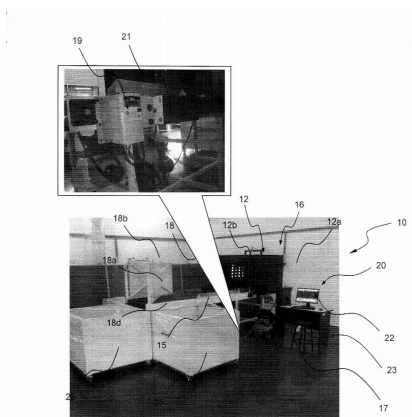
(72) **Inventor(es):** ABDUL RASHID MOHAMED SHARIFF; MOHD ZAID ABDULLAH; MOHD HAMIRUCE MARHABAN; SUHAIDI SHAFIE; MEFTAH SALEM M. ALFATNI; MOHD DIN AMIRUDDIN.

(86) **Pedido PCT:** PCT MY2011000202 de 14/09/2011

(87) **Publicação PCT:** WO 2012/039597 de 29/03/2012

(85) **Data da Fase Nacional:** 22/03/2013

(57) **Resumo:** SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, E MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS Um Sistema de classificação de maturação de frutos (10), que usa aplicativo de visão computacional em controle de qualidade agrícola, para assegurar categoria de maturação de frutos, caracterizado pelo fato do sistema de classificação de maturação de frutos (10) incluir: a) um alojamento (12) tendo um compartimento (12a) para o processo de digitalização; b) um meio de iluminação (14) com filtro de iluminação de lente óptica previsto no compartimento (12a) do alojamento (12); c) uma câmera (16) prevista na parte superior do compartimento (12a) do alojamento (12); d) um dispositivo de alimentação (18) para conduzir amostras de fruto ao alojamento (12); e) inversor de rotação do transportador (19) f) uma unidade de processamento (20) para processar e analisar a imagem da amostra de frutos; g) uma interface de aquisição de dados (22) prevista entre a câmera (16) e a unidade de processamento (20); onde o dispositivo alimentador (18) é ainda dotado do separador (18a) controlado pelo controlador USB (23) e suportado pelo compressor (17) para controlar e separar as amostras de fruto; onde a unidade de processamento (20), ainda dotada de uma unidade computacional disk top, serve para transferir dados a um computador.



SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, E MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS

Campo da Invenção

A presente invenção se refere, de maneira geral, a
5 um sistema de classificação de maturação de frutos e, de
maneira particular, a um sistema de classificação de
maturação do fruto do azeite de dendê, que usa um
aplicativo de visão computacional no controle de qualidade
agrícola para garantir categoria de maturação do fruto do
10 azeite de dendê.

Antecedentes da Invenção

O método tradicional de avaliação de qualidade dos
produtos agrícolas é tedioso e caro. Ele é facilmente
influenciado por fatores fisiológicos, induzindo resultados
15 de avaliação subjetivos e inconsistentes. A qualidade do
produto agrícola desempenha convencionalmente um papel
fundamental em quase todas as avaliações de qualidade da
indústria alimentícia. Tecnologias inovadoras de
informática têm sido utilizadas em numerosos projetos de
20 pesquisa em todo o mundo, a fim de construir novas máquinas
para avaliação de qualidade dos produtos agrícolas. Algumas
técnicas anteriores já apresentaram algumas invenções, que
divulgam controle de qualidade com diferentes métodos e
sistemas de dispositivo.

divulga um método de detecção de coloração para permitir a detecção e classificação de objetos, por determinação do espaço de cores da matiz, intensidade e saturação (HIS) para cada pixel RGB recebido, a ser utilizado para o sistema de controle de qualidade.

A patente dos EUA 5.589.209 divulga um método para determinação não destrutiva de parâmetros de qualidade em produtos frescos, através da transmissão de ondas de ultrassom ao produto a partir do transdutor, e sua recepção por um transdutor próximo, a fim de analisar a maturidade da amostra.

A patente dos EUA 2009/0226584 A1 e WO 01/69191 A divulgam um mostrador de maturação de frutos, com base nos aparelhos e métodos de emprego de plataformas múltiplas, e outras características para maturação de frutos.

Além disso, aparelhos e métodos para medir e correlacionar características de frutos com espectro próximo/ visível ao infravermelho são divulgados na patente dos EUA 2009/0226584 A1 e internacional WO 01/69191 A1.

Além disso, a patente internacional WO 96/03226 divulga um sistema de inspeção óptica para produtos naturais comestíveis. Assim, o invento está profundamente concentrado na parte de iluminação. No entanto, um novo método e aparelho para monitorização da qualidade e maturação de frutos utilizando luminescência de luz induzida é descrito no documento internacional WO

2006/135267 A2.

Por outro lado, o documento internacional WO 03/051540 A1 apresenta um dispositivo para classificar produtos, cuja invenção diz respeito ao domínio dos
5 dispositivos de classificação de produtos para classificar produtos, tais como frutas e vegetais, por meio de radiação para radiação dos produtos.

No entanto, nenhuma das técnicas acima propostas sugere uma abordagem adequada para a classificação de
10 maturação de frutos do azeite de dendê. Uma vez que frutos do dendezeiro têm características específicas e as classes de maturação, como verde, madura e muito madura, estão próximas entre si, assim, a especificação do sistema de iluminação é muito considerada.

15 Faz-se observar que diferentes sistemas de classificação podem ser usados com diferentes técnicas para classificar diferentes tipos de frutos. No entanto, o sistema da invenção é orientado para técnicas específicas, para trabalhar com os parâmetros e as propriedades do Fresh
20 Fruit Bunch (FFB) (Grupo de Frutas Frescas) do azeite de dendê, a fim de se obter uma classificação de maturação mais rápida, precisa e objetiva do fruto de azeite de dendê. Por conseguinte, as características de construção, combinação de elementos e arranjo de partes das formas de
25 realização preferidas serão exemplificados na descrição detalhada.

Sumário da Invenção

A presente invenção se refere a um sistema de classificação de maturação de frutos. Assim, o sistema de classificação de maturação de frutos utiliza aplicativo de
5 visão computacional no controle de qualidade agrícola, para garantir categoria de maturação do fruto. Dito sistema de classificação de maturação de frutos inclui: a) um alojamento tendo um compartimento para o processo de digitalização; b) um meio de iluminação com filtro de
10 iluminação de lente óptica proporcionado no compartimento do alojamento; c) uma câmara prevista na porção superior do compartimento do alojamento; d) um dispositivo de alimentação para conduzir amostras de fruto para o alojamento; e) inversor de rotação do transportador; f) uma
15 unidade de processamento para processar e analisar a imagem da amostra de frutos; g) uma interface de aquisição de dados fornecida entre a câmara e uma unidade de processamento; caracterizado pelo fato do dispositivo de alimentação ser ainda dotado do separador suportado pelo
20 compressor para controlar e separar as amostras de fruto; e pelo fato da unidade de processamento ser ainda dotada de uma unidade computacional *disk top*, que serve para transferir dados para um computador.

Por conseguinte, o alojamento do sistema
25 proporciona suficiente ambiente e espaço escuro fechado para o processo de digitalização. De acordo com a forma de

realização preferida, o compartimento do alojamento é revestido com material não-reflexivo de coloração escura. O referido compartimento é ainda dotado de portas flexíveis não-reflexivas de coloração escura para controlar o ambiente de digitalização do sistema. De preferência, a porta não-reflexiva flexível de coloração escura é de material de tira de borracha flexível.

Consequentemente, o meio de iluminação do sistema inclui tubos difusos de luz LED disposta ao longo do compartimento do alojamento. Será apreciado que o meio de iluminação é constante, estável, atenuado, e com iluminação LED de tubos de luz branca, com base na característica dos frutos, que produz um campo de iluminação. O filtro de iluminação de lente óptica é fornecido no trajeto do feixe de luz seletivamente controlável, para passar por uma banda de comprimento de onda visível predeterminada de todo o feixe de luz.

De preferência, a câmara do sistema é uma câmara de dispositivo acoplado à carga (CCD) apropriada, utilizada para capturar imagem da amostra de frutos. A referida câmara é posicionada na vertical, na parte superior do compartimento do alojamento, para capturar informações de imagem da amostra de frutos, quando iluminada pela banda visível predeterminada do feixe de luz.

Será apreciado que o dispositivo de alimentação ainda inclui um motor programável para gerar energia e um

inversor de rotação do transportador, para mover um transportador continuamente sob um determinado tamanho e peso das amostras de frutos. De acordo com o sistema atual, o separador do dispositivo de alimentação é movido por um
5 braço hidráulico, que é controlado pelo controlador USB (23) e suportado por um compressor.

Por conseguinte, a unidade de processamento é um computador. A referida unidade de processamento utiliza software programável, como Mablabs e/ou Labview, para obter
10 os dados e resultado desejados da imagem.

De preferência, a interface de aquisição de dados do sistema inclui dispositivos de captura de imagens e cabo de câmera RGB. Será apreciado que o sistema é portátil, adotado no âmbito da cadeia industrial, e permite a
15 utilização em aplicativo similar com diferentes frutos agrícolas.

A presente invenção também fornece um método para classificação de maturação de frutos, que utiliza aplicativo de visão computacional no controle de qualidade
20 agrícola, para assegurar categoria de maturação de frutos. Assim, o método inclui o processamento e análise de imagens para classificação da maturação de frutos e classificação de amostras de frutos, com base na característica de cores, característica de textura, órbitas vazias e característica
25 de espinhos.

Assim, o processamento e análise de imagens para

classificação de maturação dos frutos são feitos por meio de análise da amostra de frutos de três diferentes categorias de maturação, ou seja, verde, madura e muito madura, com base no modelo de treino.

5 De acordo com a presente invenção, o processamento e análise de imagem da amostra de frutos são baseados em diferentes etapas, em que as etapas incluem aquisição de imagem dos frutos, pré-processamento de imagem dos frutos, segmentação de imagem dos frutos e extração das
10 características de imagem dos frutos. Será apreciado que todas as ditas imagens estão ligadas ao modo de treino, onde a classificação e recuperação dos frutos são integradas para tomada de decisão baseada na semelhança e modelo de treino.

15 Por conseguinte, a aquisição da imagem dos frutos é a etapa, que é usada para capturar a imagem dos frutos. O pré-processamento da imagem dos frutos aumenta a imagem dos frutos, a fim de se obter valiosas informações desejadas durante o processamento da imagem. A segmentação da imagem
20 dos frutos é usada para segmentar a imagem dos frutos com base em suas partes originais, a fim de implementar o processamento de imagens específicas com relação ao retorno sobre o investimento (ROI) para a finalidade desejado; e a extração de características da imagem é uma técnica
25 utilizada para extrair e medir a característica dos frutos, como coloração e textura, para treino e testes do sistema.

Será apreciado que o sistema de classificação de maturação de frutos fornece um método não-destrutivo de medição, que não requer exame laboratorial para a determinação do estado de maturação dos frutos. Por
5 consequente, o modelo do sistema de classificação de maturação dos frutos leva em consideração o tamanho, peso, e formato dos frutos, tornando o sistema multifuncional para utilização em aplicações similares com diferentes frutos agrícolas.

10 Breve Descrição dos Desenhos

A FIG. 1 mostra uma configuração física de um sistema de classificação de maturação de frutos, de acordo com uma forma de realização preferida da presente invenção;

as FIGS. 2 e 3 ilustram detalhes de disposição do
15 sistema de classificação de maturação de frutos, em conformidade com a forma de realização preferida da presente invenção;

a FIG. 4 mostra um fluxograma de integração global do sistema de classificação de maturação de frutos;

20 a FIG. 5 ilustra um software do sistema de classificação de frutos em tempo real para trajeto de imagem;

a FIG. 6 mostra detalhes de conceito das etapas do processo de imagem para o sistema de classificação de
25 maturação de frutos;

a FIG. 7 mostra etapas de aquisição de imagem dos

equipamentos do sistema, de acordo com uma forma de realização preferida da presente invenção;

a FIG. 8 mostra segmentações de imagem do sistema de classificação de maturação de frutos, de acordo com
5 diferentes técnicas investigadoras de imagem.

Descrição Detalhada das Formas de Realização Preferidas

Uma descrição detalhada das formas de realização preferidas da presente invenção é aqui divulgada. Deve ser entendido, no entanto, que as formas de realização
10 preferidas divulgadas são meramente exemplificativas da presente invenção, que podem ser incorporadas de várias formas. Portanto, os detalhes aqui divulgados não devem ser interpretados como limitadores, mas meramente como base para as reivindicações e para ensinar um perito na arte do
15 invento.

Um sistema e aparelho de classificação de maturação de frutos para utilização com aplicativo de visão computacional no controle de qualidade agrícola, para assegurar categoria de maturação do fruto de azeite de
20 dendê, de acordo com as formas de realização preferidas da presente invenção, serão agora descritos, de acordo com os desenhos anexos, Figs. 1 a 8, quer individualmente, quer em qualquer combinação desses.

De acordo com formas de realização preferidas, o
25 sistema de classificação de maturação de frutos (10) para controle de qualidade, em particular, para classificação de

maturação de frutos de azeite de dendê geralmente inclui um alojamento (12), um meio de iluminação (14), câmera (16), dispositivo de alimentação (18), inversor de rotação do transportador (19), unidade de processamento (20), e
5 interface de aquisição de dados (22).

Por conseguinte, o alojamento (12) proporciona um compartimento (12a) para processo de digitalização, em que o compartimento (12a), de preferência, é dotado de camadas de acabamento escuro com pintura de coloração preta. Em
10 particular, o compartimento (12a) do compartimento (12a) é revestido com material anti-reflexivo de coloração escura. O compartimento (12a) é ainda dotado de portas não-reflexivas flexíveis de coloração escura (12b), para controlar o ambiente de digitalização do sistema. De
15 preferência, as portas não-reflexivas flexíveis de coloração escura (12b) podem ser de, mas não limitadas a, um material de tira de borracha flexível. Será apreciado que o alojamento (12) proporciona um ambiente e espaço fechado suficientemente escuro para o processo de
20 digitalização.

Consequentemente, o meio de iluminação (14) do sistema de classificação de maturação de frutos (10) é proporcionado no alojamento (12) do compartimento (12a). De preferência, tubos difusos de luz LED são utilizados, como
25 mostrado na FIG. 7. Os referidos tubos difusos de luz LED são preferencialmente dispostos ao longo do compartimento

(12a) do alojamento (12). Será apreciado que o meio de iluminação (14) é constante, estável, atenuado, e com iluminação de tubos de luz LED branca suportada pelo controle de iluminação (21) com base na característica de fruto, que produz um campo de iluminação. Um filtro de iluminação de lente óptica (não mostrado) é ainda proporcionado no trajeto do feixe de luz seletivamente controlável para passar por uma banda de comprimento de onda visível predeterminada de todo o feixe de luz. A título de exemplo, mas não de limitação, o filtro de iluminação de lente óptica é de 25 mm, F1.4, com elevado megapixel.

A câmara (16) é proporcionada na porção superior do alojamento (12). De preferência, uma câmara de dispositivo acoplado à carga (CCD) adequada é usada para capturar a imagem da amostra de frutos. A título de exemplo, mas não de limitação, é usada uma câmara digital CCD DFK 41BF02.H Fire Wire. Em particular, a câmara (16) está posicionada na vertical, no topo do compartimento (12a) do alojamento (12), para capturar informações de imagem da amostra de frutos, quando iluminada pela banda visível predeterminada do feixe de luz. Será apreciado que a câmara (16) capta uma vez a imagem da amostra de frutos, quando ela é transmitida exatamente no compartimento (12a) do alojamento (12); caso contrário, o sistema irá parar.

O dispositivo de alimentação (18), suportado pelo

inversor de rotação do transportador (19), é utilizado para encaminhar as amostras de frutos para o alojamento (12). O dito dispositivo de alimentação (18) é também utilizado para controlar e separar as amostras de fruto após a

5 classificação. De preferência, o dispositivo de alimentação (18) é dotado do separador (18a) movido pelo braço hidráulico (18b) suportado pelo compressor (17). O controlador USB (23) é fixado entre o computador (20) e o separador (18a), a fim de controlar o movimento do

10 separador (18a), com base no resultado da maturação de frutos da amostra de teste. Faz-se observar que um motor programável (18c) é fornecido para gerar energia, para mover um transportador (18d), de forma contínua, com um determinado tamanho e peso das amostras de fruto. O

15 transportador (18d) é, de preferência, feito de, mas não se limita a, correia anti-reflexiva de borracha (15), para sustentar as amostras de fruto para passar através do campo da câmera, de modo que a câmara (16) capte a imagem, antes da condução para o separador (18a). Recipientes de fruto

20 (25) são fornecidos para armazenamento temporário das amostras de fruto.

A unidade de processamento (20), tal como um computador, é fornecida para processar e analisar a imagem da amostra de frutos. Por conseguinte, a unidade de

25 processamento (20) usa software programável, como Mablabs e/ou Labview, para obter os dados e resultado desejados da

imagem. Faz-se observar que a unidade de processamento (20) é ainda dotada de uma unidade computacional *disk top*, que serve para transferir dados para o computador.

Será apreciado que a interface de aquisição de dados (22) é proporcionada entre a câmera (16) e a unidade de processamento (20). De preferência, dispositivos de captura de imagens e cabo de câmera RGB são utilizados (não mostrados). Por exemplo, e não como limitação, o dispositivo de captura de imagens NIPCI-8285, placa IEEE 1395 com visão, é usado para capturar a imagem RGB para a unidade de processamento (20), isto é, o computador.

Será apreciado que o sistema de classificação de maturação de frutos (10) proporciona um método não-destrutivo de medição, que não requer exame laboratorial para determinar o estado de maturação dos frutos. Também será apreciado, que o sistema de classificação de maturação de frutos (10) pode ser portátil e adotado no âmbito da cadeia industrial. Consequentemente, o sistema permite classificar grandes números ou quantidades de frutos com alta rotação, de maneira precisa e com economia de tempo. O referido modelo do sistema de classificação de maturação dos frutos leva em consideração o tamanho, peso, e formato dos frutos, tornando o sistema multifuncional para utilização em aplicativo similar com diferentes frutos agrícolas.

Com referência agora à FIG. 5, o sistema de

classificação de maturação de frutos (10) compreende dois estágios metodológicos gerais, ou seja, um estágio de treino (30) e um estágio de testes (40). O estágio de treino (30) inclui coleta de dados, análise de dados e
5 modelo de treino. Por conseguinte, a técnica de classificação de maturação de frutos baseada no modelo de treino é feita por meio de análise da amostra de frutos de três diferentes categorias de maturação, ou seja, verde, madura, mais madura.

10 O estágio de testes inclui os testes do sistema de classificação internamente no laboratório; testes do sistema de classificação no campo, a fim de garantir que o sistema seja capaz de fornecer alta porcentagem de localização de validade interna para o projeto do sistema;
15 e as etapas de generalização, que geram a configuração do sistema para uso com outra amostra diferente de frutos, de aplicativo semelhante.

Por exemplo, como mostrado na FIG. 4, o sistema de classificação de maturação de frutos pode ser utilizado
20 para outra amostra diferente de frutos, de aplicativo similar. Por conseguinte, a unidade de processamento (20) do sistema permite fornecer uma análise de diferentes classificações de tipo de frutos, predefinidas do tipo 1 ao tipo N. No que se refere à classificação de maturação de
25 frutos do azeite de dendê, o sistema ainda proporciona classes predeterminadas, da classe 1 à classe N, onde as

classes serão, então, integradas e analisadas com base na coloração, textura, órbitas vazias do grupo de frutos frescos (FFB) e espinhos do grupo de frutos frescos (FFB).

Será apreciado que o processamento e análise de
5 imagens do sistema são executados, através de etapas gerais e padrão. Por conseguinte, o grupo de frutos do azeite de dendê é passado através dos estágios de processamento de imagem dos frutos, com base em diferentes etapas, como mostrado na FIG. 6. As etapas incluem aquisição da imagem
10 de frutos, pré-processamento da imagem de frutos, segmentação da imagem de frutos e extração de características da imagem de frutos, onde todas as imagens serão, então, ligadas ao modelo de treino, e o grupo de frutos frescos para classificação e recuperação é integrado
15 para a tomada de decisão, com base na semelhança e modelo de treino.

Por conseguinte, a aquisição de imagem dos frutos é a etapa usada para capturar a imagem dos frutos pela câmara CCD (16), em que as amostras de fruto são conduzidas pelo
20 dispositivo de alimentação (18) através do alojamento (12), de modo que a imagem seja captada e enviada para a unidade de processamento (20), por meio da interface de aquisição de dados (22), para posterior análise. O alojamento (12) proporciona o compartimento de ambiente controlado por
25 tubos difusos constantes, estáveis, de luz LED, com base em características, parâmetros e propriedades de frutos, de

modo a fornecer um ambiente de imagem fixa ao sistema.

O pré-processamento da imagem de frutos é para melhorar a imagem dos frutos, a fim de obter as informações valiosas desejadas durante o processamento da imagem. Por exemplo, o corte e redimensionamento de imagem são utilizados para reduzir o tamanho da imagem, de modo a ajustar a imagem ao formato de software programado e para acelerar o tempo de processamento.

A segmentação da imagem dos frutos é usada para segmentar a imagem dos frutos com base em suas partes originais, a fim de implementar o processamento de imagem específica com relação ao retorno sobre o investimento (ROI) para a finalidade desejada. Por conseguinte, três diferentes tipos de técnicas e algoritmos são investigados, como mostrado na FIG. 8, isto é, a iluminação, câmera, e unidade de processamento. A fim de obter uma enorme segmentação com base no alto desempenho e rotação, a técnica Modified Excess Red (MExR) é usada, em que a MExR deve ser sintonizada, de preferência, no 2* Vermelho - Verde - Azul (FIG. 8d). Para Segmentação Baseada em Cores, $L^*a^*b^*$ ou espaço de cores Lab é usado (Fig. 8c) e, para a segmentação, é usada a técnica de mascaramento de imagens. Ditas técnicas lidam com a operação de segmentação morfológica (Fig. 8b). No que se refere à FIG. 8, uma imagem original é mostrada.

A extração das características de imagem dos frutos

é a técnica utilizada para extrair e medir a característica dos frutos, como coloração e textura para treino e testes do sistema. Por exemplo, uma extração das características de cores e uma extração das características de textura são usadas. Por conseguinte, o sistema de classificação de maturação de frutos do azeite de dendê inclui diferentes técnicas para extração de características de cores, tais como uma medição estatística, que inclui média, desvio padrão e mediana, uma técnica limite de intensidade de cores, uma técnica de transformada wavelet de Gabor, e uma técnica de histograma de cores. A extração de características de textura pode incluir a técnica de transformada wavelet, técnica da Matriz de Co-ocorrência de Níveis de Cinza (GLCM) e a técnica da Matriz de Aura Básica dos Níveis de Cinza (BGLAM).

De acordo com a modalidade preferida, a tomada de decisão do sistema de classificação de maturação de frutos de azeite de dendê pode ser dividida em dois tipos. Assim, uma classificação é baseada em treino e testes, e a recuperação é baseada em semelhança. Em particular, a classificação é baseada em treino e testes utilizando diferentes técnicas, como técnica de Redes Neurais Artificiais (RNA), técnica da Vizinhaça mais Próxima K (KNN), e técnica de Máquinas de Vetores Suporte (SVM). Enquanto isso, a recuperação baseada na semelhança é

dados da imagem e da imagem investigada, através da utilização de, por exemplo, a técnica da distância quadrática e da técnica da distância Euclidiana.

Embora formas de realização do invento tenham sido
5 ilustradas e descritas, não se pretende que essas formas de realização ilustrem e descrevam todas as possíveis formas da invenção. Pelo contrário, os termos usados no relatório descritivo são palavras de descrição, e não de limitação, e várias alterações podem ser feitas, sem se afastar do
10 âmbito da invenção.

- REIVINDICAÇÕES -

1. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, caracterizado pelo fato de utilizar aplicativo de visão computacional no controle de qualidade agrícola, para assegurar categoria de maturação de frutos, e em que o sistema de classificação de maturação de frutos (10) inclui:

- a) alojamento (12) tendo um compartimento (12a) para o processo de digitalização;
 - 10 b) meio de iluminação (14) com filtro de iluminação de lente óptica previsto no compartimento (12a) do alojamento (12);
 - c) câmara (16) prevista na parte superior do compartimento (12a) do alojamento (12);
 - 15 d) dispositivo de alimentação (18) para conduzir amostras de fruto para o alojamento (12);
 - e) inversor de rotação do transportador (19);
 - f) unidade de processamento (20) para processar e analisar a imagem de amostra dos frutos;
 - 20 g) interface de aquisição de dados (22) prevista entre a câmara (16) e a unidade de processamento (20);
- em que o dispositivo de alimentação (18) é ainda dotado do separador (18a) suportado pelo compressor (17), para controlar e separar as amostras de fruto;
- 25 em que a unidade de processamento (20) é ainda dotada de uma unidade computacional *disk top*, que

serve para transferir dados para um computador.

2. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do alojamento (12) proporcionar um ambiente e espaço
5 fechado suficientemente escuro para o processo de digitalização.

3. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do compartimento (12a) do alojamento (12) ser
10 revestido por material anti-reflexivo de coloração escura.

4. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do compartimento (12a) ser ainda dotado de portas não-reflexivas flexíveis de coloração escura (12b), para
15 controlar o ambiente de digitalização do sistema.

5. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato da porta não-reflexiva flexível de coloração escura (12b) ser de um material flexível de tira de borracha.

20 6. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do meio de iluminação (14) incluir tubos difusos de luz LED dispostos ao longo do compartimento (12a) do alojamento (12), do referido meio de iluminação (14) ser
25 constante, estável, atenuado, com iluminação LED de tubos de luz branca com base na característica dos frutos, que

produz um campo de iluminação.

7. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do filtro de iluminação de lente óptica ser fornecido
5 no trajeto do feixe de luz seletivamente controlável para passar por uma banda de comprimento de onda visível predeterminada de todo o feixe de luz.

8. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
10 fato da câmara (16) ser uma câmara de dispositivo acoplado à carga (CCD) adequada, usada para capturar uma imagem da amostra de frutos.

9. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
15 fato da câmara (16) ser posicionada na vertical, no topo do compartimento (12a) do alojamento (12), para capturar informações de imagem da amostra de frutos, quando iluminada pela banda visível predeterminada do feixe de luz.

20 10. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do dispositivo de alimentação (18) ainda incluir um motor programável para gerar energia, e inversor de rotação do transportador (19) para mover um transportador (18d), de
25 forma contínua, com um determinado tamanho e peso das amostras de fruto.

11. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do separador (18a) ser movido pelo braço hidráulico (18b), o qual é controlado pelo controlador USB (23) e
5 suportado pelo compressor (17).

12. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da unidade de processamento (20) ser um computador.

13. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS
10 (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da unidade de processamento (20) usar software programável, como Mablabs e/ou Labview, para obter os dados e o resultado da imagem desejados, e da interface de aquisição de dados (22) incluir dispositivos de captura de
15 imagens e cabo de câmera RGB.

14. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do sistema ser portátil, adotado no âmbito da cadeia industrial, e permitir a utilização em aplicativo similar
20 com diferentes frutos agrícolas.

15. MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, caracterizado pelo fato de utilizar aplicativo de visão computacional no controle de qualidade agrícola, para assegurar categoria de maturação de frutos, e do método
25 incluir processamento e análise de imagem para classificação de maturação de frutos e classificação de

amostras de fruto, com base em característica de coloração, característica de textura, característica de espinhos e órbitas vazias.

16. MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato do processamento e análise de imagem para classificação de maturação de frutos serem feitos por análise de amostra dos frutos de três categorias diferentes de maturação, isto é, verde, madura e muito madura, com base no modelo de treino.

17. MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 ou 16, caracterizado pelo fato do processamento e análise de imagem de amostra dos frutos serem baseados em diferentes etapas, em que as etapas incluem aquisição de imagem dos frutos, pré-processamento de imagem dos frutos, segmentação de imagem dos frutos e extração das características de imagem dos frutos.

18. MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15, 16 ou 17, caracterizado pelo fato de todas as imagens serem ligadas ao modo de treino, e da classificação e recuperação dos frutos serem integradas para tomada de decisão, com base na semelhança e modelo de treino.

19. MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado

pelo fato da aquisição de imagem dos frutos ser a etapa, que é usada para capturar a imagem dos frutos.

20. MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado
5 pelo fato do pré-processamento de imagem dos frutos melhorar a imagem dos frutos, de modo a obter informações valiosas desejadas durante o processamento de imagem.

21. MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado
10 pelo fato da segmentação de imagem dos frutos ser usada para segmentar a imagem dos frutos com base em suas partes originais, a fim de implementar o processamento de imagem específica com relação ao retorno sobre o investimento (ROI) para a finalidade desejada.

15 22. MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato da extração das características de imagem ser uma técnica utilizada para extrair e medir a característica dos frutos, tais como coloração e textura, para treino e testes
20 do sistema.

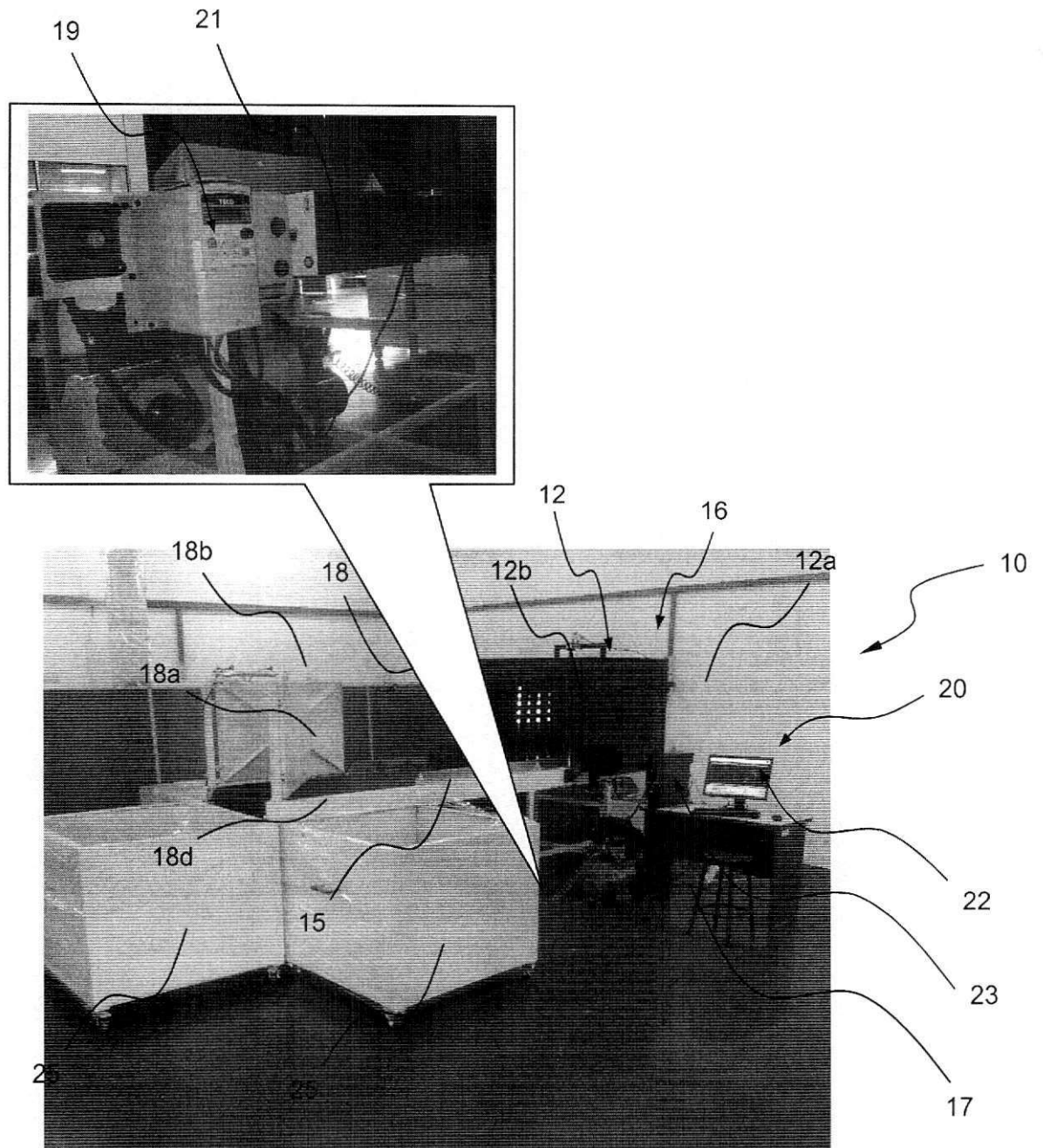


FIG. 1

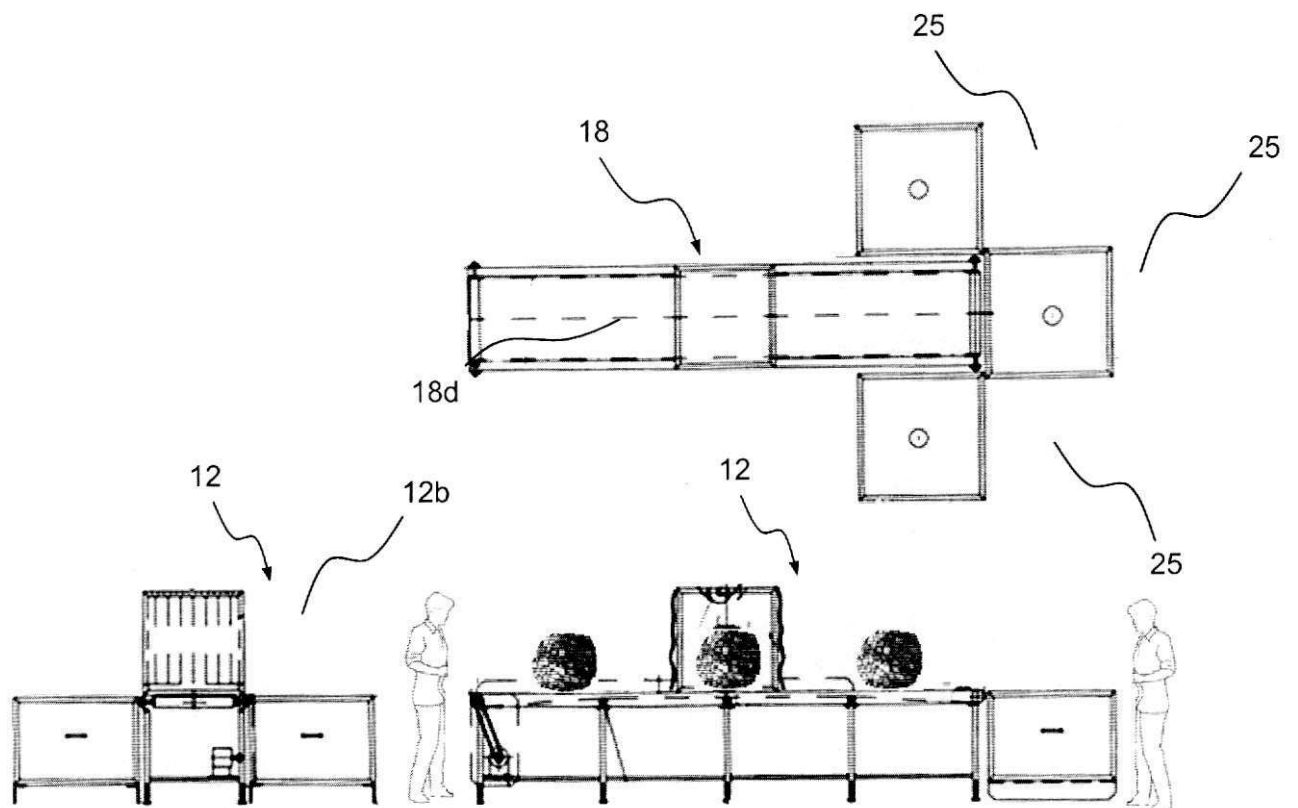
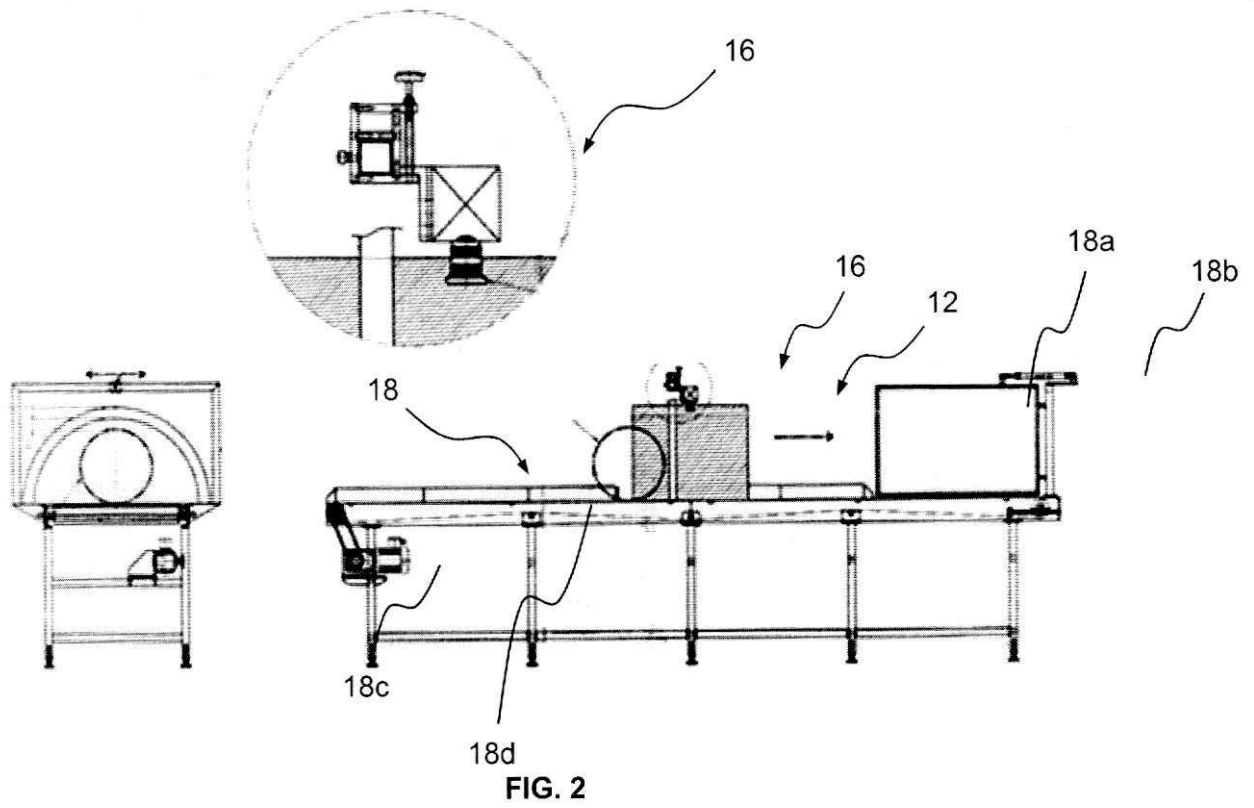


FIG. 3

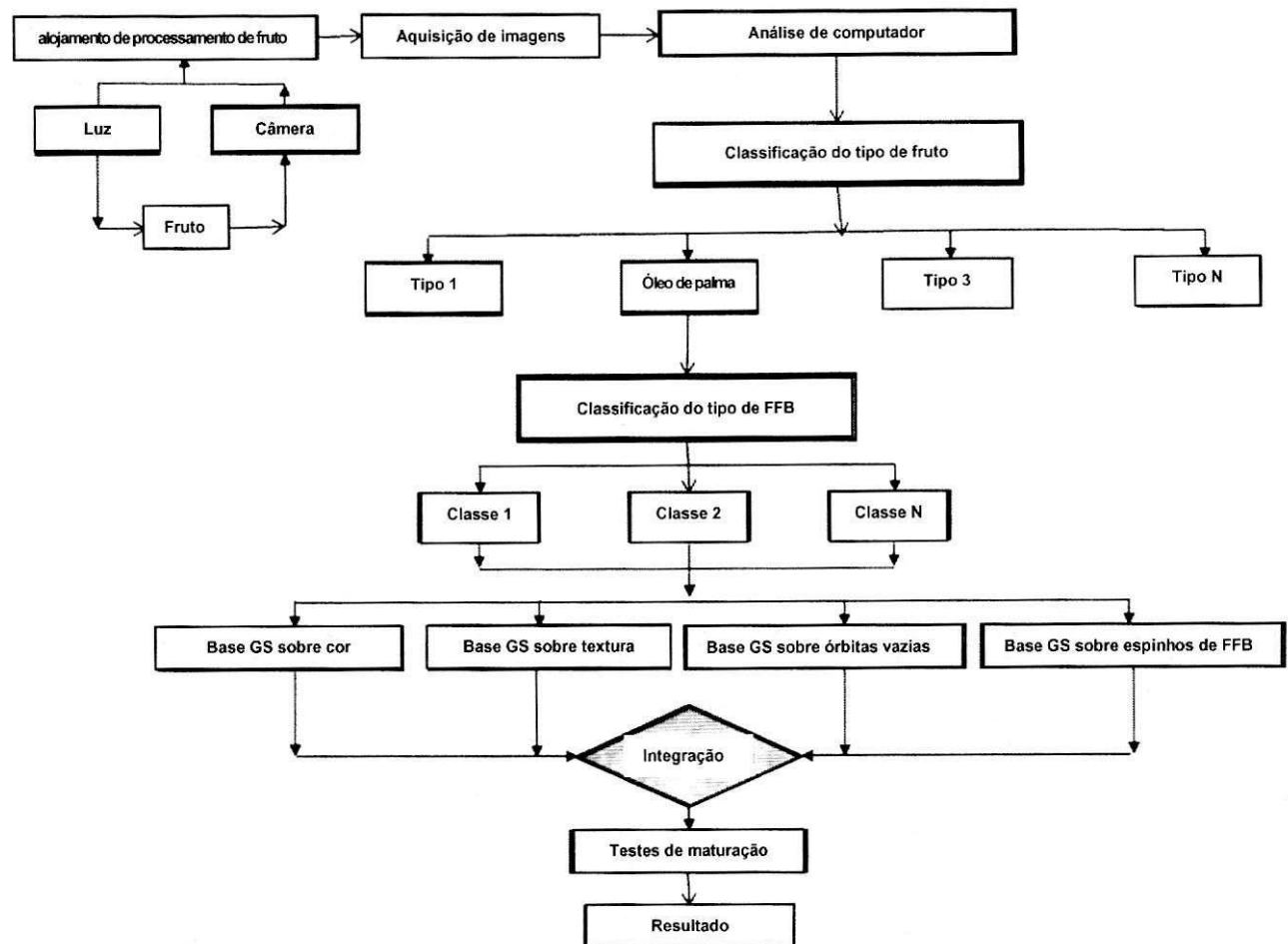


FIG. 4

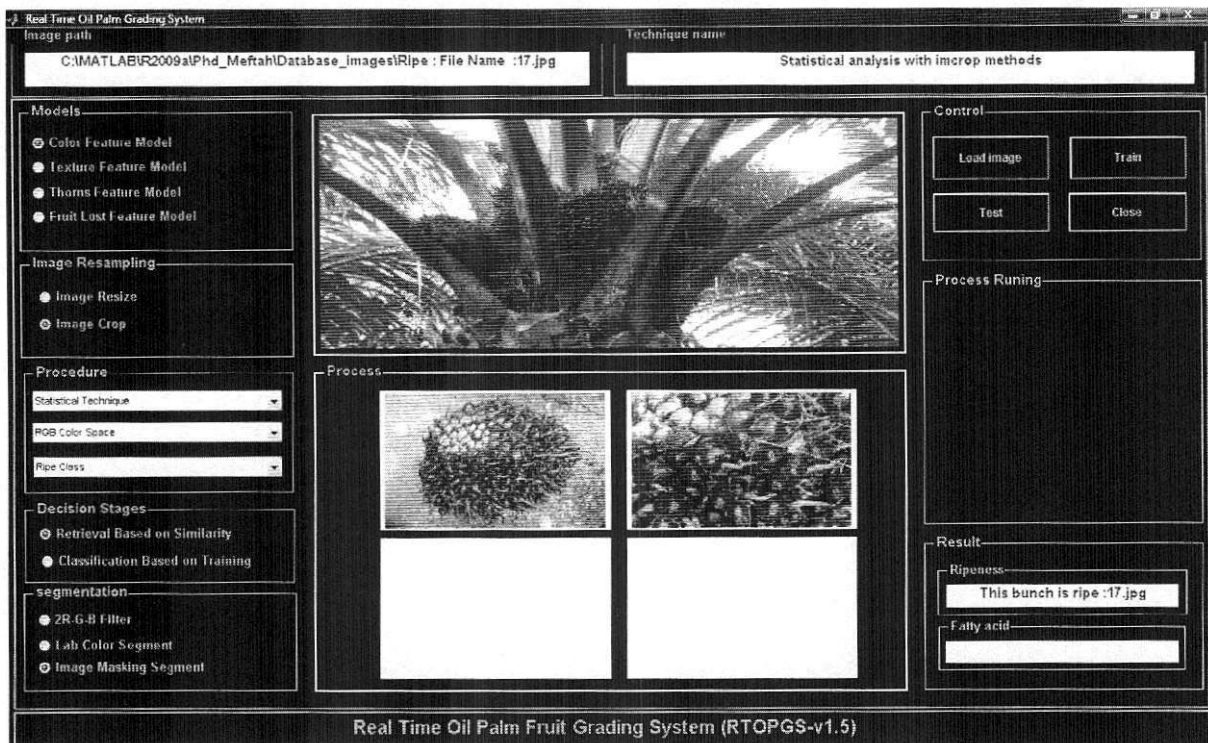


FIG. 5

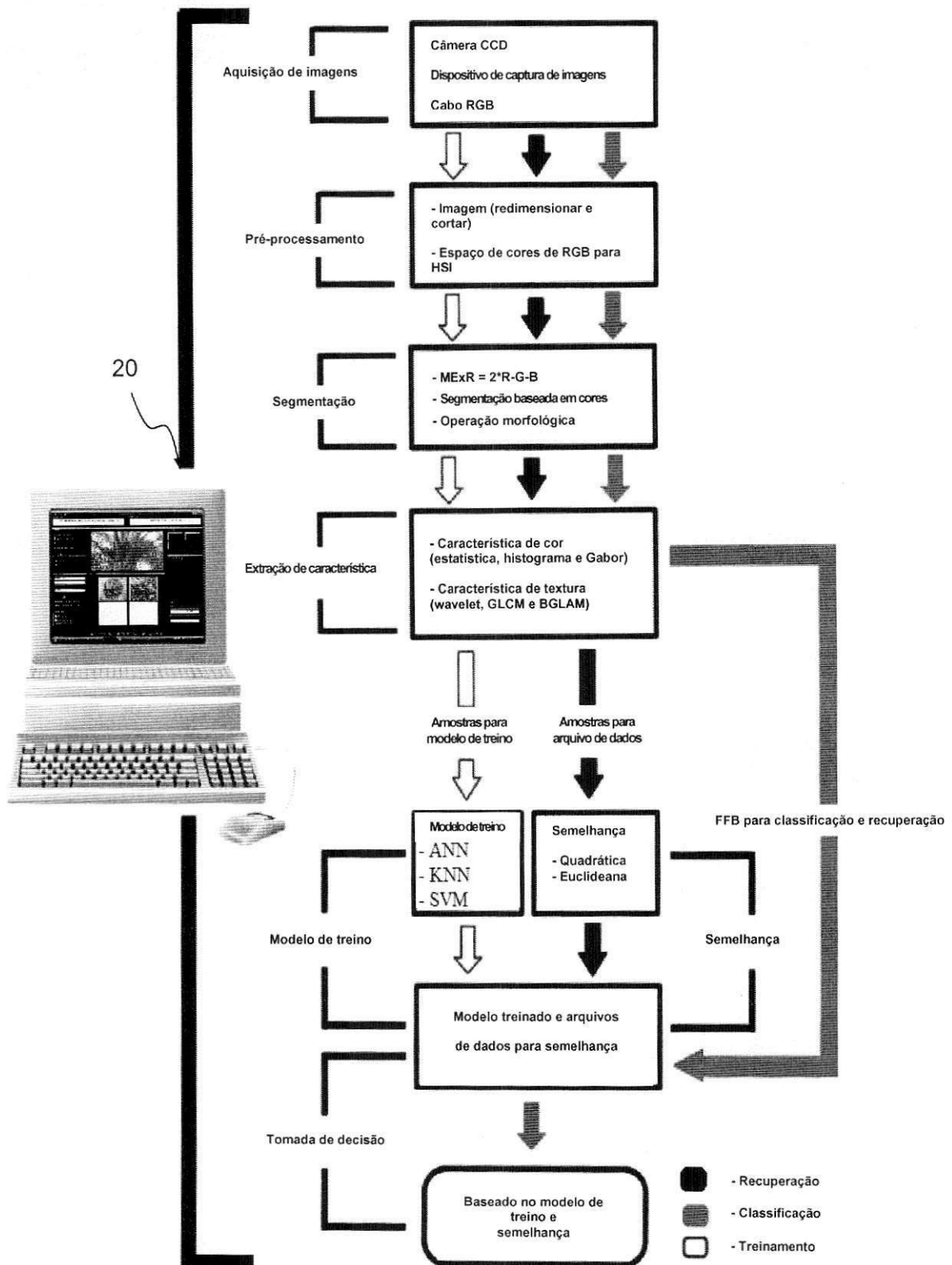


FIG. 6

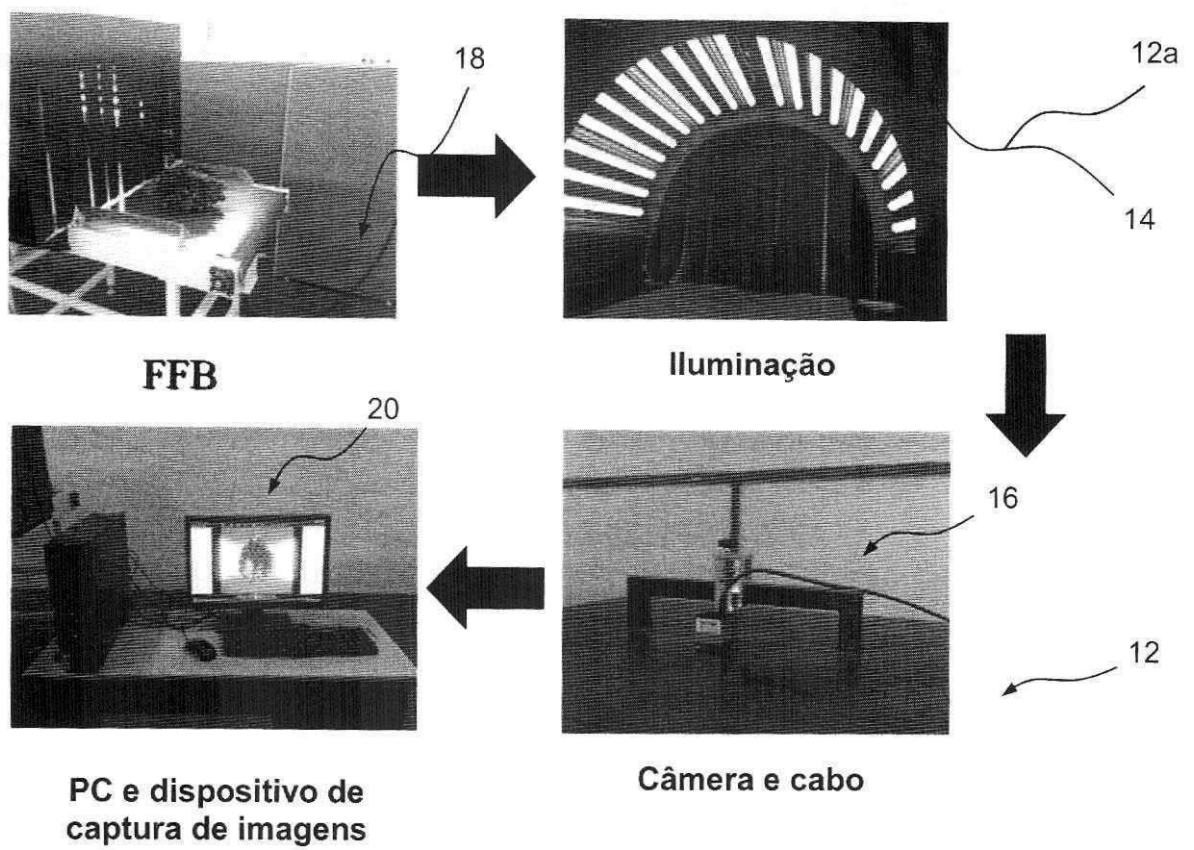


FIG. 7

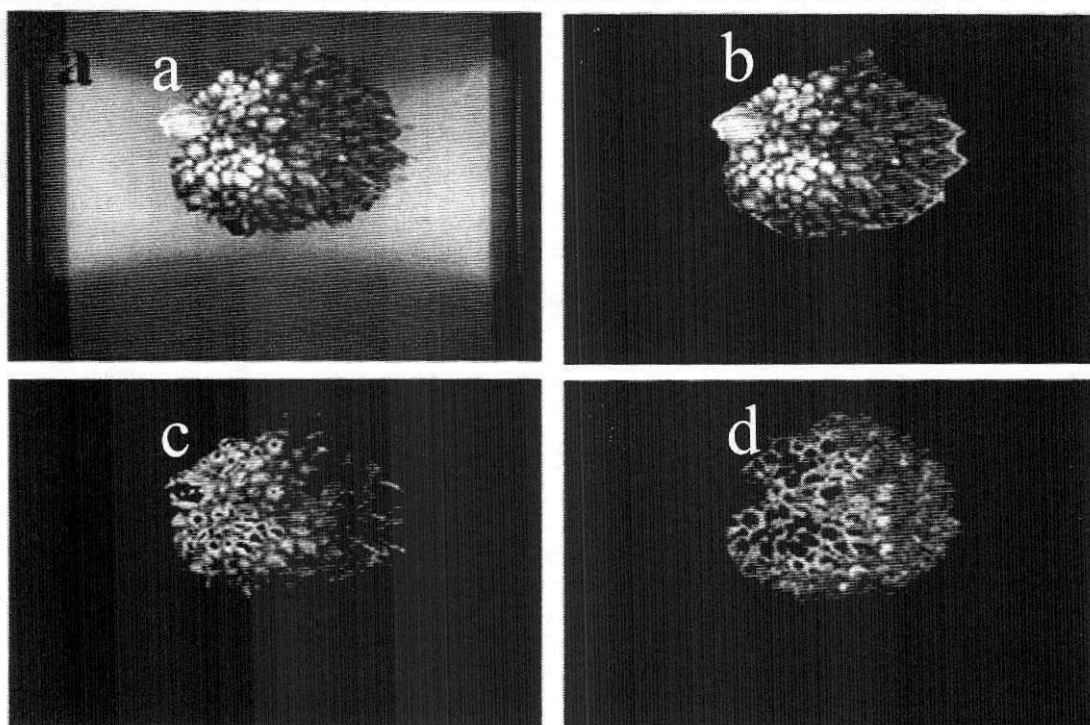


FIG. 8

- RESUMO -

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, E MÉTODO
PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS

Um sistema de classificação de maturação de frutos
5 (10), que usa aplicativo de visão computacional em controle
de qualidade agrícola, para assegurar categoria de
maturação de frutos, caracterizado pelo fato do sistema de
classificação de maturação de frutos (10) incluir: a) um
alojamento (12) tendo um compartimento (12a) para o
10 processo de digitalização; b) um meio de iluminação (14)
com filtro de iluminação de lente óptica previsto no
compartimento (12a) do alojamento (12); c) uma câmera (16)
prevista na parte superior do compartimento (12a) do
alojamento (12); d) um dispositivo de alimentação (18) para
15 conduzir amostras de fruto ao alojamento (12); e) inversor
de rotação do transportador (19); f) uma unidade de
processamento (20) para processar e analisar a imagem da
amostra de frutos; g) uma interface de aquisição de dados
(22) prevista entre a câmera (16) e a unidade de
20 processamento (20); onde o dispositivo alimentador (18) é
ainda dotado do separador (18a) controlado pelo controlador
USB (23) e suportado pelo compressor (17) para controlar e
separar as amostras de fruto; onde a unidade de
processamento (20), ainda dotada de uma unidade
25 computacional *disk top*, serve para transferir dados a um
computador.