



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(21) PI 0715630-8 A2**



(22) Data de Depósito: 24/08/2007  
(43) Data da Publicação: 02/07/2013  
(RPI 2217)

**(51) Int.Cl.:**  
**A61B 6/00**

**(54) Título:** SISTEMA E MÉTODO PARA CONTAGEM DE UNIDADES FOLICULARES

**(30) Prioridade Unionista:** 25/08/2006 US 11/467.283

**(73) Titular(es):** Restoration Robotics, Inc.

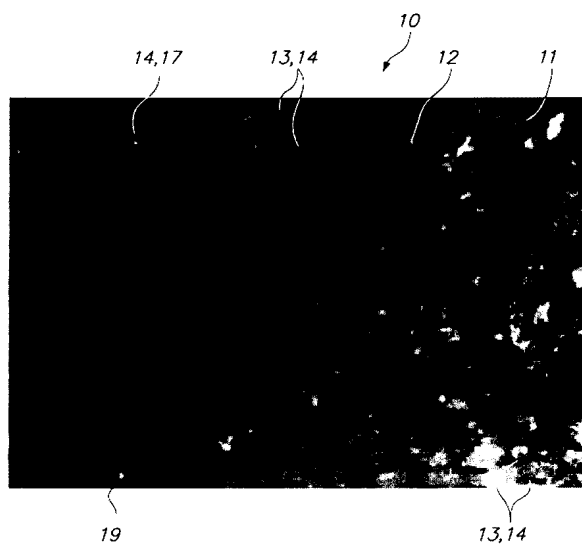
**(72) Inventor(es):** Mohan Bodduluri, Shehrzad A. Qureshi

**(74) Procurador(es):** Orlando de Souza

**(86) Pedido Internacional:** PCT US2007076728 de 24/08/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/024955de 28/02/2008

**(57) Resumo:** SISTEMA E MÉTODO PARA CONTAGEM DE UNIDADES FOLICULARES. Sistema e método para contagem de unidades foliculares empregando um sistema automatizado compreendendo aquisição de uma imagem de uma superfície do corpo possuindo pele e unidades foliculares, filtração da imagem para remoção de componentes de pele na imagem, processamento da imagem obtida para segmentar a mesma e filtração das interferências de modo a eliminar todos os elementos que não os folículos capilares de interesse, de modo que os folículos capilares em uma área de interesse podem ser contados. O sistema pode compreender um dispositivo de aquisição de imagem e um processador de imagem para realizar o método. Em outro aspecto, o sistema e o método também classificam as unidades foliculares com base no número de cabelos na unidade folicular.



**SISTEMA E MÉTODO PARA CONTAGEM DE UNIDADES FOLICULARES****CAMPO DA INVENÇÃO**

Essa invenção se refere, de modo geral, aos procedimentos de transplante capilar e mais especificamente a um sistema e método para contagem das unidades foliculares empregando técnicas de imageamento digital e processamento para uso nos procedimentos de transplante capilar.

**HISTÓRICO**

Os procedimentos de transplante capilar são bem conhecidos e envolvem tipicamente (em um paciente possuindo calvície masculina padrão) a colheita de enxertos doadores de cabelo das áreas laterais e franja posterior (áreas doadoras) do couro cabeludo do paciente e o implante dos mesmos em uma área calva (área receptora). Historicamente, os enxertos colhidos eram relativamente grandes (3-5 mm), embora mais recentemente, os enxertos doadores podem ser unidades foliculares simples. Especificamente, "unidades foliculares" (também referidas aqui como FU ou FUs) são agregados que ocorrem naturalmente de 1-3 (e muito menos comumente, de 4-5) folículos capilares proximamente espaçados que são distribuídos aleatoriamente sobre a superfície do couro cabeludo.

As unidades foliculares podem ser classificadas ou "tipificadas" com base no número de cabelos na unidade e identificadas abreviadamente como uma "F1" para uma unidade folicular capilar simples, uma "F2" para uma unidade folicular capilar dupla e assim por diante para unidades foliculares com 3-5 cabelos. Em alguns casos de unidades foliculares capilares múltiplas, os cabelos podem parecer

emanar de um folículo simples ou ponto na pele. Em outros casos, os cabelos podem sair da superfície da pele em posições ligeiramente espaçadas, porém convergem para uma unidade folicular simples abaixo da pele. Com referência à figura 1, é mostrada uma impressão de uma imagem digital de uma seção exemplar de um couro cabeludo humano 11, possuindo vários tipos de unidades foliculares. Por exemplo, a unidade folicular 17 possui dois cabelos e é, portanto uma F2, enquanto a unidade folicular 13 é uma F1, uma vez que possui um cabelo simples.

Existem várias razões pelas quais é importante e desejável contar e classificar as unidades foliculares em uma região de interesse em uma superfície do corpo. Para uma, o número de unidades foliculares pode ser usado no processo de planejamento para um procedimento de transplante. Por exemplo, se esse número estabelece o limite de unidades foliculares naquela área que podem ser colhidas para transplante. Contudo, em muitos casos, o médico pode desejar implantar apenas uma determinada porcentagem de unidades foliculares disponíveis, pelo que, deixando alguma cobertura na área sendo colhida. Além disso, em muitos procedimentos de transplante para restauração capilar, determinadas classes de unidades foliculares são preferidas.

Como para classificação, existem várias razões pelas quais é importante e desejável identificar e classificar as unidades foliculares com base no número de cabelos na unidade folicular. Pode ser desejável utilizar uma variedade de classes (também referida como "tipos") de unidades foliculares para prover os atributos desejados

para a aparência do cabelo transplantado. Tais atributos podem incluir a densidade dos cabelos, a direção ou orientação dos cabelos, a mistura específica de tipos de unidades foliculares e/ou aparência de aleatoriedade, entre outros atributos possíveis. Um exemplo do uso de vários tipos de unidades foliculares é como se seja. É preferível transplantar determinadas classes de unidades foliculares em regiões específicas do couro cabeludo. Por exemplo, unidades foliculares capilares simples (F1s) são geralmente implantadas ao longo da linha capilar que emoldura a face. As unidades foliculares com mais de um cabelo (F2s, F3s, etc.) são geralmente implantadas no meio do couro cabeludo e coroa. Acredita-se que essa disposição da distribuição da unidade folicular produza um resultado estético de aparência mais natural.

Vários procedimentos para transplante capilar foram descritos anteriormente, incluindo ambos manual e mecanizado para determinados graus de automação. Em um processo manual bem conhecido, uma porção linear do couro cabeludo é removida de uma área doadora por dissecação com um bisturi a jusante no tecido subcutâneo graxo. A tira é dissecada (sob um microscópio) nas unidades foliculares componentes, que são então implantadas em uma área receptora nos respectivos orifícios de punção fabricados por uma agulha. Fórceps são tipicamente usados para agarrar e colocar os enxertos de unidade folicular nos locais de punção da agulha, embora outros instrumentos e métodos sejam conhecidos para isso.

Em "Androgenetic Alopecia" (Springer 1996), M. Inaba & Y. Inaba revelam e descrevem um método manual para colheita

das unidades foliculares simples por posicionamento de uma agulha de punção oca possuindo uma borda de corte e lúmen interno com um diâmetro de 1 mm, que é quase igual ao diâmetro das partes anatômicas críticas de uma unidade folicular. A punção da agulha é axialmente alinhada com o eixo geométrico de uma unidade folicular a ser extraída e então avançada para o couro cabeludo para cortar o mesmo ao redor da circunferência da unidade folicular selecionada. Após isso, as unidades foliculares são facilmente removidas, por exemplo, usando fórceps, para implante subsequente em um sítio receptor com uma agulha de inserção especialmente projetada.

A Patente US número 6.585.746 revela um sistema de transplante capilar automatizado utilizando um robô, incluindo um braço robótico e um introdutor de folículo capilar associado ao braço robótico. Um sistema de vídeo é usado para produzir uma imagem virtual tridimensional do couro cabeludo do paciente, que é usado para planejar os locais do couro cabeludo que devem receber enxertos de cabelo implantados pelo introdutor de folículo sob o controle do braço robótico. Toda a revelação da Patente US 6.585.746 é incorporada aqui como referência.

Sistemas e métodos automatizados para transplante são também revelados nos Pedidos de Patente Provisórios US números de série 60/722.521, depositado em 30 de setembro de 2005, 60/753.602, depositado em 22 de dezembro de 2005, e 60/764.173, depositado em 31 de janeiro de 2006 e Pedidos de Patente US números de série 11/380.903, depositado em 28 de abril de 2006 (agora publicado como US 2007/0078466) e 11/380.907, depositado em 28 de abril de 2006 (agora

publicado como US 2007/0106306). Todos os pedidos precedentes são incorporados aqui como referência em sua totalidade. Por exemplo, no Pedido de Patente US número de série 11/380.907, referido acima, o sistema revelado  
5 compreende um braço robótico possuindo uma ferramenta de colheita e/ou implante montada no braço. Uma ou mais câmeras também são montadas no braço e usadas para imagear o espaço de trabalho, tal como uma superfície do corpo. Um processador é configurado para receber e processar as  
10 imagens adquiridas pelas câmeras. Um controlador é acoplado operativamente ao processador e ao braço robótico. O controlador controla o movimento do braço robótico, com base, pelo menos em parte, nas imagens processadas adquiridas pelas câmeras e o processador. O braço é  
15 controladamente móvel para a posição da ferramenta em uma orientação desejada e posição em relação à superfície do corpo para realizar o transplante dos cabelos.

Na utilização de qualquer um desses sistemas e métodos para transplante capilar, é desejável primeiro planejar o  
20 transplante para selecionar as unidades foliculares a serem colhidas e transplantadas e para determinar a localização precisa onde os cabelos devem ser implantados. Conseqüentemente, no planejamento de um procedimento de transplante capilar, unidades foliculares específicas de um  
25 local específico na superfície do corpo podem ser selecionadas para colheita e transplante em uma parte diferente da superfície do corpo. As unidades foliculares a serem transplantadas podem ser selecionadas com base em determinados critérios, por exemplo, o tipo da unidade  
30 folicular (isto é, F1, F2, etc.) a orientação do cabelo na

unidade folicular, a densidade do cabelo, etc. Contudo, os processos de contagem e caracterização de cada unidade folicular podem ser tediosos e consumidores de tempo. Portanto, existe a necessidade de um sistema e método para contagem e/ou classificação das unidades foliculares usando um sistema automatizado. Um sistema e método para classificação das unidades foliculares é descrito no Pedido de Patente US número de série 11.467.268, depositado em ou perto de 25 de agosto de 2006, intitulado SYSTEM AND METHOD FOR CLASSIFYING FOLLICULAR UNITS, o conteúdo do meso sendo incorporado aqui como referência em sua totalidade.

#### SUMÁRIO

De acordo com um aspecto geral da invenção revelada aqui, é provido um sistema e método para contagem de unidades foliculares usando um sistema automatizado. O sistema e método da presente invenção podem ser utilizados com sistemas e métodos para transplante das unidades foliculares em uma superfície do corpo. O sistema e método da presente invenção são especialmente úteis quando implementados ou integrados a um sistema automatizado para transplante capilar.

Em um aspecto da presente invenção, o método para contagem de unidades foliculares compreende aquisição de uma imagem de uma superfície do corpo possuindo unidades de pele e foliculares, filtração da imagem para remoção de componentes de fundo (tais como, pele e opcionalmente alguns outros pequenos componentes de fundo) na imagem, processamento da imagem resultante para produzir uma imagem segmentada e filtração das interferências para remoção de objetos que não correspondem às unidades foliculares de

interesse. Como resultado, as unidades foliculares de interesse restantes podem ser contadas. Em uma concretização preferida, a imagem adquirida é uma imagem digital, embora isso não seja necessário e imagens análogas possam ser usadas. A imagem análoga pode ser convertida em uma imagem digital usando técnicas conhecidas dos versados na técnica comum. De acordo com a presente invenção, a etapa de remoção dos componentes da pele (e/ou outros componentes de fundo) na imagem adquirida pode ser realizada sem limitação por qualquer técnica e métodos apropriados.

Em uma concretização exemplar, a filtração para remover os componentes de fundo é realizada usando uma técnica de subtração de fundo, onde a superfície da pele é o fundo. Uma das técnicas de subtração de fundo exemplar inclui subtração de uma imagem nivelada (ou versão desfocada da imagem de entrada) da imagem de entrada. Outras envolvem um filtro de variação, técnicas com base na detecção da borda, ou destonalização de pele usando dados de cor. Em outra concretização exemplar, a etapa de remoção dos componentes de fundo (pele) é realizada usando um filtro de faixa de passagem. O processamento da imagem para produzir uma imagem segmentada pode ser realizado por quaisquer técnicas bem conhecidas. Em uma concretização exemplar do método da presente invenção, a imagem segmentada é uma imagem binária; contudo, imagens multimodais (por exemplo, pele, sinais na pele, sangue e/ou outros aspectos são representadas por mais de dois códigos de imagem diferentes) estão também dentro do escopo da invenção. A imagem segmentada é adicionalmente submetida

à filtração de interferências, conforme necessário, para  
remover qualquer coisa, exceto os folículos capilares de  
interesse. Exemplos de tipo de interferências que precisam  
ser filtradas incluem, porém não estão limitados às  
5 interferências de imagem, caspas, pintas de sangue, sinais  
na pele, cabelo não cortado longo, etc. Toda filtração de  
interferência poderia ser realizada simultaneamente, ou  
poderia ser rompida em várias etapas separadas: por  
exemplo, primeira "interferência menor" correspondendo aos  
10 pequenos objetos (por exemplo, caspa pequena) é filtrada e  
então "interferência maior" correspondendo aos objetos  
maiores (por exemplo, cabelos longos, pinta grande de  
sangue) é filtrada.

A filtração dessa "interferência menor" por remoção de  
15 tais objetos da imagem segmentada é referida como uma  
operação de abertura morfológica, que é uma técnica de  
processamento de imagem padrão conhecida dos versados na  
técnica comum. O restante da filtração de interferências é  
então realizado na imagem resultando da operação de  
20 abertura morfológica. A filtração de interferências remove  
os objetos que não satisfazem os critérios correspondentes  
a uma unidade folicular. Por exemplo, a área, localização  
ou orientação de um objeto na imagem pode ser uma cuja  
área, localização ou orientação não corresponda a uma  
25 unidade folicular real (podendo ser cabelo cortado que pode  
permanecer no couro cabeludo, por exemplo). Se as  
características de uma imagem de um objeto correspondem ao  
cabelo, isso pode ser determinado por comparação  
estatística com relação à natureza global de algumas  
30 características para imagens de objetos na imagem

selecionada que são conhecidas como sendo cabelo ou  
alternativamente, as características podem ser comparadas  
aos critérios predeterminados com base na amostragem do  
paciente ou outros dados (por exemplo, se o paciente parte  
5 o cabelo de determinada forma, nós sabemos que os cabelos  
em sua maior parte estarão apontando para uma dada  
direção).

Cada um dos objetos que permanece na imagem após a  
filtração de interferência é contado como uma unidade  
10 folicular. Assim, o método pode ser empregado para contagem  
das unidades foliculares.

Em um aspecto do método de contagem das unidades  
foliculares, a filtração para remover os componentes da  
pele da imagem usando um filtro de faixa de passagem pode  
15 compreender uma primeira etapa de filtração usando um  
filtro de baixa passagem possuindo um primeiro núcleo e uma  
segunda etapa de filtração usando um filtro de baixa  
passagem possuindo um segundo núcleo. Em outro aspecto da  
presente invenção, os núcleos de baixa passagem ser núcleos  
20 Gaussianos. Os versados na técnica comum estão  
familiarizados e entendem como implementar tais filtros de  
baixa passagem e filtros Gaussianos.

Ainda em outra concretização do método da presente  
invenção, a contagem das unidades foliculares pode ser  
25 refinada empregando, por exemplo, imageamento múltiplo.  
Isso pode também incluir um método para rastreamento da FU  
de interesse e alinhamento do sistema para obter a imagem.  
Em uma concretização exemplar, a primeira e a segunda  
câmeras são usadas para prover imagens estéreas. As imagens  
30 estéreas podem ser usadas para rastrear uma FU de interesse

dentro das imagens da primeira e da segunda câmeras para ajustar o movimento da superfície do corpo e/ou movimento das câmeras. Além disso, a primeira e a segunda câmeras são alinhadas com orientação geral do cabelo da FU, de modo que as imagens obtidas fornecem dados de boa qualidade para realização das etapas restantes do método da presente invenção. As imagens estéreas ou imagens múltiplas podem também ser usadas para computar posições coordenadas dos cabelos. Então, as imagens possuindo posição coordenada computada que seja inconsistente com um cabelo na superfície do corpo podem também ser filtradas. Alternativamente, o sistema e o método da presente invenção podem empregar múltiplas câmeras (ou outros dispositivos de aquisição de imagem) ou apenas uma câmera para obter imagens múltiplas de vários ângulos, incluindo imagens panorâmicas. A câmera pode ser movida manualmente ou com o auxílio de um robô se o sistema usado for um sistema robótico. Essa etapa de refinamento da contagem opcional seria usada conforme necessário.

Em outra concretização da presente invenção, o método de contagem de unidades foliculares pode ser usado em conjunto com o método de classificação das unidades foliculares, tal como os métodos descritos no Pedido de Patente US número de série 11/467.268. Nesse modo, as unidades foliculares de interesse podem ser contadas e classificadas. O método de classificação da unidade folicular (FU), conforme descrito no número de série 11/467.268, compreende obtenção de uma imagem de uma superfície do corpo na qual existem unidades foliculares (FU) e processamento de tal imagem para produzir uma imagem

segmentada da FU. Em uma concretização preferida a imagem segmentada é uma imagem binária, porém poderia ser uma imagem multimodal, conforme descrito acima. A partir da imagem segmentada da FU, um contorno ao redor do perímetro externo do(s) cabelo(s) da FU pode ser calculado. Por exemplo, para uma F1, o contorno será geralmente uma linha ou superfície seguindo a superfície externa do cabelo simples. A imagem segmentada também permite o cálculo de um perfil delineado da FU. Um perfil delineado desconsidera concavidades no contorno da imagem.

O perfil delineado é então comparado ao contorno para determinar o número de "defeitos" no perfil delineado. Um defeito no perfil delineado pode ser definido, por exemplo, como cada uma das concavidades no perfil delineado que diverge do contorno. No exemplo F2, existe um defeito no perfil delineado representado pela concavidade formada pela forma "V". Em um F3, o contorno será geralmente conformado com dois Vs compartilhando m vértice comum e com uma linha formando um lado de ambos Vs. O perfil delineado de um F3 também terá uma forma geralmente triangular (embora possa ser um triângulo mais largo que um F2). Assim, um F3 terá dois defeitos. Portanto, pode ser visto que o número de defeitos possui uma relação direta ao tipo de unidade folicular. Nesse caso, o número de cabelos para a FU se iguala ao número de feitos menos um.

Em uma concretização do método de classificação de unidades foliculares, o perfil delineado pode ser determinado por cálculo de contorno de cubo convexo de acordo com as técnicas de processamento de imagem bem conhecidas. Outras técnicas apropriadas para determinar o

perfil delineado estão também dentro do escopo da invenção revelada.

Em outra concretização do método de classificação de unidades foliculares, é provido um procedimento para rastrear a FU de interesse para ajustar o movimento relativo entre um dispositivo de aquisição de imagem e a FU. Dispositivos de aquisição de imagens múltiplas tais como, câmeras, podem ser alinhados para obter uma imagem. Em uma concretização exemplar, a primeira e a segunda câmeras fornecem imagens estéreas. As imagens estéreas podem ser usadas para rastrear uma FU de interesse dentro das imagens da primeira e segunda câmeras para ajustar o movimento da superfície do corpo e/ou movimento das câmeras. Além disso, a primeira e a segunda câmeras são alinhadas com a orientação geral do cabelo da FU. Desse modo, uma imagem é obtida provendo dados de boa qualidade para realização das etapas remanescentes do método de classificação da FU.

Além disso, o método de classificação da unidade folicular pode também ajustar as unidades foliculares possuindo cabelos que convergem abaixo da superfície da pele. Em tal caso, a imagem conterá uma imagem de um cabelo que não é uma parte contínua do contorno da FU de interesse. Para lidar com essa situação, é determinado se o cabelo separado está dentro de uma distância máxima do(s) cabelo(s) definindo o contorno contínuo da FU de interesse. A distância máxima é ajustada para ser uma distância na qual o que parece ser um cabelo de uma FU separada é mais provavelmente uma parte da mesma FU como a FU de interesse. A classificação da FU de interesse então leva em

consideração qualquer(quaisquer) cabelo(s) adicional(is) que está(estão) dentro de uma distância máxima do(s) cabelo(s) da FU de interesse.

Adicionalmente, o método de classificação da unidade folicular pode também ajustar imagens dos cabelos que aparecem ser um cabelo simples, porém são na realidade múltiplos cabelos. Assim, a determinação do número de defeitos não proverá uma classificação acurada em razão dos cabelos fundidos que resultam em alguns defeitos no perfil delineado (e, portanto alguns cabelos) em relação aos realmente presentes na FU de interesse. Para lidar com essa situação, o método determina a largura (ou calibre) de cada objeto representando um cabelo na FU de interesse usando a imagem. Então, é determinado se a largura de cada objeto representando um cabelo excede uma largura máxima esperada para um cabelo simples e compara os mesmos. A etapa de classificação da FU pode também ter como base um resultado da comparação acima e determinação se a largura de um objeto representando um cabelo excede a largura máxima esperada e em quanto. Por exemplo, se a largura estiver entre 1-1/2 e 2 vezes a largura esperada, então a etapa de classificação se aproximará de tal objeto como sendo dois cabelos. Uma aproximação semelhante pode ser feita para 3, 4 ou 5 cabelos.

Quando o método para contagem das FUs for usado em conjunto com o método de classificação de uma FU, o método de contagem pode ser realizado antes, após ou simultaneamente com o método de classificação.

Em outro aspecto da presente invenção, é provido um sistema para contagem (e em algumas concretizações, também

classificação) das unidades foliculares. Em uma concretização exemplar da presente invenção, o sistema para contagem de uma FU usando um sistema automatizado compreende um dispositivo de aquisição de imagem e um processador de imagem. Um exemplo de um dispositivo de aquisição de imagem se constitui em uma ou mais câmeras, tais como, quaisquer câmeras comercialmente disponíveis. Ao invés de uma câmera, seria um dispositivo de vídeo (tal como um "camcorder") ou qualquer outro dispositivo de aquisição de imagem. Enquanto os dispositivos de imageamento estéreo trabalham bem com a presente invenção, não é necessário um imageamento estéreo. De modo semelhante, embora seja preferido que o dispositivo de aquisição de imagem seja um dispositivo digital, isso não é necessário. Ele poderia ser, por exemplo, uma câmera de TV análoga que adquire uma imagem digital que pode então ser digitalizada para uso adicional no método da presente invenção. O processador de imagem pode compreender qualquer dispositivo programado e configurado para realizar o método de contagem (e opcionalmente classificação) de uma FU de acordo com a presente invenção. Um exemplo não limitante de um processador de imagem apropriado é qualquer tipo de computador pessoal ("PC"). Alternativamente, o processador de imagem pode compreender um Circuito Integrado Específico de Aplicação (ASIC) ou Fileira de Porta Programável de Campo (FPGA).

De acordo com outro aspecto da presente invenção, é provido o processador de imagem programado e configurado para realizar o método de contagem (e, opcionalmente classificação) de uma FU de acordo com a presente invenção.

Qualquer processador de imagem apropriado está dentro do escopo da presente invenção. Em uma concretização exemplar, um processador de imagem para contagem das unidades foliculares é configurado para receber uma imagem de uma superfície de corpo compreendendo unidades de pele e foliculares, filtragem da imagem para remover componentes de fundo, processamento da imagem para produzir uma imagem segmentada e realização de filtração de interferências para remoção de objetos que não correspondem às unidades foliculares de interesse. Tal processador de imagem de acordo com a presente invenção seria usado em conjunto com vários sistemas para planejamento dos tratamentos capilares, pra colheita e/ou implante de unidades foliculares (manual, semiautomática, automática ou robótica), bem como com vários sistemas para contagem ou classificação das unidades foliculares; alternativamente, podendo ser incorporados em qualquer um de tais sistemas.

Um sistema para contagem das unidades foliculares empregando um sistema automatizado pode ser utilizado em conjunto ou pode compreender qualquer um dos sistemas de transplante descritos no histórico acima. Por exemplo, o sistema descrito no Pedido de Patente US número de série 11/380.907 pode ser programado e configurado para realizar os métodos de contagem das unidades foliculares de acordo com a presente invenção. As câmeras no sistema podem prover imagens estéreo digitais e o braço robótico pode posicionar e orientar apropriadamente as câmeras. A seleção de uma região de interesse pode ser realizada por um operador na interface de usuário do sistema (tal como um computador possuindo um monitor e dispositivos de entrada) ou pode ser

automatizada através da programação do computador e/ou controlador.

Conseqüentemente é provido um sistema e método para contagem (e em algumas concretizações, também 5 classificação) das unidades foliculares. Outras e concretizações adicionais, objetivos e vantagens da invenção ficarão claros da descrição detalhada que se segue, quando lida com relação às figuras anexas.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

10 A invenção é ilustrada por meio de exemplos e não está limitada às figuras dos desenhos anexas, pelo que, referências semelhantes indicam elementos semelhantes e onde:

A figura 1 é uma impressão de uma imagem digital de 15 uma seção exemplar do couro cabeludo humano apresentando várias unidades foliculares.

A figura 2 é uma impressão da imagem digital da figura 1 após a mesma ter sido filtrada para remover componentes de pele.

20 A figura 3 é uma impressão da imagem digital da figura 2 após a imagem ter sido segmentada.

A figura 4 é uma impressão da imagem digital da figura 3 após uma operação de abertura morfológica ter sido realizada na imagem segmentada.

25 A figura 5 é uma impressão da imagem digital da figura 4 após toda filtração de interferências ter sido realizada na imagem.

A figura 6 é um fluxograma exemplar do método de contagem de unidades foliculares de acordo com uma 30 concretização exemplar da presente invenção.

**DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES ILUSTRADAS**

Com referência primeiro à figura 1, o sistema e método para contagem de unidades foliculares de acordo com a presente invenção geralmente começa com a aquisição de uma  
5 imagem 10 de uma superfície do corpo 11 usando qualquer dispositivo de aquisição de imagem apropriado. Em uma concretização exemplar, tal dispositivo de aquisição de imagem se constitui em uma ou mais câmeras digitais. Alternativamente, qualquer outro dispositivo de imageamento  
10 apropriado pode ser utilizado. O dispositivo de aquisição de imagem pode produzir uma imagem digital, tal como aquela produzida por uma câmera digital ou pode produzir uma imagem análoga (que pode ou não ser convertida em uma imagem digital em qualquer ponto no processo). Embora nessa  
15 descrição de uma concretização exemplar, a imagem 10 seja uma imagem digital tomada por uma câmera digital, a presente invenção não está limitada às imagens digitais tomadas por câmeras digitais. Ao invés de uma câmera, poderia ser um dispositivo de gravação de vídeo (tal como  
20 um "camcorder") ou qualquer outro dispositivo de aquisição de imagem. Embora os dispositivos de imageamento estéreo sejam correntemente preferidos, não é necessário ter um imageamento estéreo. De modo semelhante, embora seja preferido que o dispositivo de aquisição de imagem seja um  
25 dispositivo digital, isso não é necessário. O mesmo poderia ser, por exemplo, uma câmera de TV análoga que adquira uma imagem inicial que é então processada em uma imagem digital para uso adicional no método da presente invenção. A superfície de corpo 11 possui pele 12 e várias unidades  
30 foliculares 14 cada uma possuindo um ou mais cabelos 13

(apenas algumas das unidades foliculares 14 e cabelos 13 são rotulados nas figuras). A foto da figura 1 é uma imagem de uma seção do couro cabeludo humano 11, porém fica entendido que a superfície de corpo 11 seria qualquer área de qualquer corpo possuindo cabelos. A imagem digital 10 mostra uma variedade de tipos de unidades foliculares 14 (FU) no couro cabeludo 11.

A imagem 10 pode ser adquirida usando uma ou mais câmeras de um sistema de transplante de cabelos automatizado, tais como as câmeras descritas no sistema de transplante de cabelos do Pedido de Patente US número de série 11/380.907, que é incorporado aqui como referência em sua totalidade. A imagem de apenas uma das câmeras pode ser usada para produzir a imagem digital 10. Alternativamente, o processo para obtenção da imagem digital 10 pode ser adquirido por um processo mais envolvido que alinha a(s) câmera(s) para aperfeiçoar a imagem usada para contagem de unidades foliculares de interesse. Nesse processo exemplar, uma primeira câmera e uma segunda câmera são empregadas. As câmeras são dispostas e configuradas para obter imagens estéreas de uma superfície de corpo para a qual as câmeras são direcionadas. As câmeras são posicionadas primeiro para serem direcionadas na superfície do corpo em uma área conhecida por possuir cabelos. Uma primeira imagem é adquirida da primeira câmera e uma unidade folicular (FU) de interesse é selecionada de dentro da primeira imagem. Uma segunda imagem de cerca da mesma direção da superfície do corpo como na primeira câmera (exceto de um ângulo ligeiramente diferente conforme provido pelas câmeras estéreas) é adquirida da segunda câmera e a mesma FU de

interesse é selecionada de dentro da segunda imagem. A FU de interesse pode ser selecionada nas imagens por um operador do sistema ou automaticamente pelo sistema utilizando um algoritmo de seleção. O sistema de transplante agora é capaz de rastrear a FU de interesse dentro da primeira e da segunda imagens da primeira e da segunda câmeras. O procedimento de rastreamento pode ser empregado para ajustar o movimento da superfície do corpo e o movimento das câmeras quando as mesmas são alinhadas para adquirir a(s) imagem(s) usadas para contagem da FU.

Em seguida, a primeira e a segunda câmeras são movidas e orientadas para serem alinhadas com a orientação geral do cabelo da FU. Conforme as câmeras se movem, imagens adicionais podem ser adquiridas e processadas pelo sistema a fim de rastrear a FU de interesse. Alinhando-se as câmeras com o cabelo da FU, uma imagem melhor para contagem da FU pode ser adquirida. Quando as câmeras estão no alinhamento desejado, as mesmas adquirem as imagens a serem usadas nas próximas etapas do método de contagem de unidades foliculares. A descrição acima é provida estritamente como exemplo e não como limitação. É possível utilizar vários dispositivos de aquisição de imagens múltiplas, tais como, câmeras múltiplas, ou uma única câmera para obtenção de imagens múltiplas, incluindo imagens panorâmicas em diferentes ângulos para rastreamento da FU de interesse. Conforme anteriormente explicado, o dispositivo de aquisição de imagem não precisa ser um dispositivo de aquisição de imagem digital e as imagens inicialmente obtidas não precisam ser imagens digitais. O movimento da câmera seria controlado por um sistema

robótico ou manualmente, dependendo do tipo de sistema empregado.

Quando a imagem 10 é adquirida, uma região de interesse 19 seria a imagem 10 total ou uma subárea selecionada da imagem 10 total. No exemplo descrito aqui, a região de interesse selecionada 19 é coextensiva com a imagem 10. Contudo, a região de interesse selecionada 19 pode ser qualquer subárea da imagem 10. A região de interesse 19 pode ser selecionada por um operador ou a seleção pode ser automatizada pelo sistema. Essa região de interesse dentro da imagem pode ser denominada a imagem selecionada 19. Consequentemente, referências adicionais a uma região de interesse 19 ou imagem selecionada 19 podem designar toda a imagem 10 ou qualquer subárea que possa ser selecionada ou simplesmente um resultado inerente da imagem 10 adquirida.

Foi determinado ser benéfico remover primeiro os componentes de fundo da imagem adquirida a fim de aperfeiçoar a exatidão e eficiência no processo final para contagem das unidades foliculares de interesse. De modo geral, tais componentes de fundo correspondem à pele. Além da pele, esses componentes de fundo podem também incluir alguns objetos pequenos adicionais, por exemplo, caspa ou pequenas pintas de sangue. Consequentemente, referências adicionais à filtração ou remoção da pele (ou componentes da pele) não estão limitadas à pele somente, porém ao invés disso podem incluir alguns componentes ou objetos de fundo menores e adicionais; e quaisquer tais referências podem significar filtração ou remoção dos componentes de fundo. Quaisquer métodos apropriados para filtração dos

componentes de fundo, tais como, pele, da imagem se encontram dentro do escopo da presente invenção.

Em uma concretização exemplar, a filtração da pele 12 é realizada empregando uma técnica de subtração de fundo onde a superfície da pele é o fundo. Uma das técnicas de subtração de fundo exemplares inclui subtração de uma imagem nivelada (ou versão desfocada da imagem de entrada) da imagem de entrada. Uma correção pode ser feita para iluminação não uniforme e tons de pele simultaneamente por subtração de uma versão desfocada da imagem de entrada a partir da imagem de entrada. A imagem desfocada pode ser formada por computação de meios locais da imagem selecionada 19 (imagem de entrada). Os meios locais são calculados eficazmente por convolução da imagem de entrada com um núcleo Gaussiano. Esse procedimento de filtração pode ser sintonizado para um paciente específico, iluminação ambiente ou outra situação clínica, por ajuste das características do núcleo Gaussiano empregado durante o processo de desfocalização. Em resumo, a técnica de subtração de fundo do exemplo descrito acima é como se segue:

(1) Imagem desfocada = imagem de entrada convoluída com Gaussiano (observação: Gaussiano seria substituído por qualquer outro núcleo apropriado)

(2) Imagem sem fundo = (Imagem de Entrada) - (Imagem Desfocada)

Outras técnicas de subtração de fundo exemplares que podem ser utilizadas na presente invenção incluem filtro de variação, técnicas com base na detecção da borda ou destonalização de pele usando dados de cor.

Outra concretização exemplar da etapa de filtração que pode ser usada para filtrar a pele 12 da imagem selecionada 19 é a filtração por faixa de passagem. Uma abordagem exemplar é ilustrada na figura 2 que mostra um impressão de  
5 imagem digital após a imagem selecionada original 19 ter sido filtrada usando um filtro de faixa de passagem. O filtro de faixa de passagem pode compreender qualquer filtro apropriado conforme conhecido dos versados na técnica comum. A filtração por faixa de passagem pode ser  
10 realizada por filtração de baixa passagem da imagem selecionada duas vezes e então subtraindo as duas imagens filtradas resultantes. O filtro de faixa de passagem compreende uma primeira etapa de filtração usando um filtro de baixa passagem possuindo um primeiro núcleo e uma  
15 segunda etapa de filtração usando um filtro de baixa passagem possuindo um segundo núcleo. O primeiro núcleo é preferivelmente diferente do segundo núcleo. Em uma concretização da presente invenção, os núcleos do(s) filtro(s) de baixa passagem podem ser núcleos Gaussianos. O  
20 primeiro núcleo Gaussiano pode apresentar substancialmente as características que se seguem: 21 pixels de suporte, sigma de 1,0. O segundo núcleo Gaussiano pode apresentar substancialmente as seguintes características: 21 pixels de suporte, sigma de 0,075.

25 Em seguida, após a remoção da pele 12 (que pode incluir remoção de outros componentes de fundo pequenos conforme mencionado acima), a imagem que resulta é processada usando técnicas de processamento de imagem bem conhecidas para produzir uma imagem segmentada. Um exemplo  
30 de uma imagem segmentada é uma imagem binária. A figura 3 é

uma impressão de uma imagem binária após a imagem ter sido segmentada. Conforme discutido acima, a imagem segmentada não está limitada à criação de uma imagem binária, porém também pode ser multimodal, isto é, diferenciada em mais de 5 dois códigos de imagem diferentes correspondendo aos aspectos, tais como, sinais na pele, sangue, cabelos e/ou outros aspectos. A imagem segmentada provê uma imagem aperfeiçoada e mais clara da FU, contudo, ainda é provável de conter determinadas "interferências" que requerem 10 filtração adicional (por exemplo, objetos e artefatos que não correspondem ao cabelo ou cabelo especificado). Foi observado que a remoção dos componentes de fundo, conforme descrito, antes da obtenção da imagem segmentada contendo FU não apenas reduziu a quantidade de interferências 15 remanescente na imagem segmentada, porém também simplificou e tornou mais eficientes as etapas remanescentes de filtração de todos outros objetos que não correspondem ao cabelo de interesse.

Todas as interferências ainda presentes na imagem 20 segmentada seriam filtradas simultaneamente, ou poderiam ser rompidas em várias etapas separadas: por exemplo, primeiro as "interferências menores" correspondendo aos objetos pequenos (por exemplo, algumas pintas menores de sangue ou peças grandes de caspa remanescentes) podem ser 25 filtradas, e então "interferências maiores" correspondendo aos objetos maiores (tais como, cabelo grande não cortado ou cabelo previamente cortado que ainda permanece no couro cabeludo) podem ser filtradas ou vice versa. O exemplo do folículo de cabelo cortado que permanece no couro cabeludo 30 e aparece na imagem seria considerado "uma FU de

interesse", portanto; precisa ser filtrado como sendo uma interferência. A filtração das "interferências menores" da imagem segmentada é referida aqui como uma operação de abertura morfológica. Uma operação de abertura morfológica pode ser realizada por emprego de técnicas de processamento de imagem padrão conhecidas pelos versados na técnica comum. A figura 4 mostra a imagem exemplar resultante após a operação de abertura morfológica. Conforme pode ser visto na figura 4, a imagem pode conter ainda alguns objetos que não correspondem ao cabelo 13 da unidade folicular 14. Ainda existem objetos que parecem ser muito longos, muito grandes, orientados aleatoriamente e/ou em uma localização que provavelmente não contém cabelo.

Conseqüentemente, a filtração das interferências adicionais pode ser realizada na imagem resultando da operação de abertura morfológica. A filtração das interferências adicionais remove objetos maiores que não satisfazem os critérios correspondendo a uma unidade folicular 14. Com referência novamente à figura 4, o objeto 22 parece ser muito maior e possui uma área muito maior que os outros objetos na imagem 19. Assim, pode ser presumido que esse objeto provavelmente não é um cabelo 13 e portanto seria filtrado da imagem. Voltando agora à impressão da imagem após a etapa de filtração das interferências da figura 5, pode ser visto que o objeto 22 foi filtrado da imagem. A etapa de filtração das interferências pode filtrar com base em uma ampla faixa de características dos objetos na imagem, incluindo, sem limitação, comprimento, área, orientação e/ou localização. A determinação de que as características de uma imagem de um objeto correspondem aos

cabelos pode ser realizada por comparação estatística com relação à natureza global das mesmas características para imagens de objetos na imagem selecionada que são conhecidos como sendo cabelos ou alternativamente, as características 5 podem ser comparadas aos critérios predeterminados com base na amostragem dos pacientes e outros dados. Por exemplo, o filtro para filtração de interferências pode se basear nas características de uma amostragem dos outros cabelos na superfície do corpo do paciente específico, ou nas 10 características de uma amostragem de cabelos em uma amostra de pacientes ou em dados predeterminados conhecidos com base nos estudos ou pesquisas.

Resumindo, toda a filtração das interferências da imagem segmentada seria realizada simultaneamente ou em 15 etapas, com base nos vários critérios e conforme necessário. Cada um dos objetos remanescentes na imagem após a filtração das interferências é contado como uma unidade folicular de interesse. Assim, o método pode ser usado para contagem das unidades foliculares.

20 As etapas básicas do método exemplar de contagem das unidades foliculares descrito acima são resumidas no fluxograma da figura 6. A figura 6 é simplesmente uma representação de fluxograma do método descrito acima. Na etapa 100, uma imagem contendo unidades foliculares é 25 adquirida. Na etapa 110, a imagem adquirida é filtrada para remover componentes de fundo conforme explicado acima. Na etapa 120, a imagem sem os componentes de fundo é processada para produzir uma imagem segmentada. Na etapa 130, um procedimento de filtração de interferências é 30 realizado para remover artefatos e objetos que não

correspondem aos cabelos de interesse. Como resultado das etapas acima, o número de objetos remanescentes poderia ser contado para determinar o número de unidades foliculares na imagem (ou a subárea selecionada da imagem). As FUs podem  
5 também ser rotuladas, caso desejado. A figura 5 mostra a contagem adicional e etapas de rotulagem 140.

Em outra concretização da presente invenção, o método de contagem das unidades foliculares pode ser usado em conjunto com um método de classificação de unidades  
10 foliculares, tais como os métodos descritos no Pedido de Patente US número de série 11/467.268. Desse modo, as unidades foliculares de interesse podem ser contadas e classificadas. O método de classificação da unidade folicular (FU) compreende obtenção de uma imagem de uma  
15 superfície do corpo, na qual existem unidades foliculares (FU) e processamento de tal imagem para produzir uma imagem segmentada da FU. Em uma concretização preferida a imagem segmentada é uma imagem binária, porém poderia ser uma imagem multimodal, conforme descrito acima. A partir da  
20 imagem segmentada da FU, pode se calculado um contorno ao redor do perímetro externo do(s) cabelo(s) da FU. Por exemplo, para uma F1, o contorno seria, de modo geral, um alinhamento ou superfície seguindo a superfície externa do cabelo simples. Para um cabelo relativamente liso, o  
25 contorno se pareceria com um retângulo. Para uma F2, os cabelos formam tipicamente uma forma de "V", tal que o contorno se parece com a letra "V".

A imagem segmentada também permite o cálculo de um perfil delineado da FU. O perfil delineado desconsidera  
30 concavidades no contorno da imagem. Por exemplo, para uma

F2, existe uma concavidade ou porção "internamente curvada" no contorno formado pelo declínio no contorno a partir de um lado da parte superior do "V" para o vértice do "V" e de volta a montante até outro lado da parte superior do "V". O perfil calculado desconsidera essa concavidade, tal que, o perfil delineado resultante se parece com um triângulo com um dos vértices do triângulo geralmente traçando o vértice do "V" do contorno da FU.

O perfil delineado é então comparado ao contorno para determinar o número de "defeitos" no perfil delineado. Um defeito no perfil delineado pode ser definido, por exemplo, como cada uma das concavidades no perfil delineado que diverge do contorno. No exemplo da F2, existe um defeito no perfil delineado representado pela concavidade formada pela forma "V". Em uma F3, o contorno será geralmente conformado como dois Vs compartilhando um vértice e com uma linha formando um lado de ambos Vs. O perfil delineado de uma F3 também terá uma forma geralmente triangular (embora possa ser um triângulo mais largo que uma F2). Assim, uma F3 terá dois defeitos. Portanto, pode ser visto que o número de defeitos possui uma relação direta com o tipo de unidade folicular. Nesse caso, o número de cabelos para a FU se iguala ao número de defeitos menos um.

Em uma concretização exemplar não limitante do método de classificação das unidades foliculares, o perfil delineado pode ser determinado pelo cálculo de um contorno de cubo convexo de acordo com as técnicas de processamento de imagem bem conhecidas. Outras técnicas apropriadas para determinação de um perfil delineado também se encontram dentro do escopo da invenção revelada.

Em outra concretização exemplar não limitante do método de classificação das unidades foliculares, o procedimento é provido para rastrear a FU de interesse de modo a ajustar o movimento relativo entre uma aquisição de  
5 imagem e a FU. Duas ou mais câmeras ou outros dispositivos de aquisição de imagem seriam alinhados para obter uma imagem ou múltiplas imagens. Em uma concretização exemplar, imagens estéreo podem ser usadas para rastrear uma FU de interesse dentro das imagens das primeira e segunda câmeras  
10 de modo a ajustar para movimento da superfície do corpo e/ou movimento das câmeras. Além disso, a primeira e a segunda câmeras são alinhadas com a orientação geral do cabelo da FU. Dessa forma, uma imagem é obtida provendo dados de boa qualidade para realização das etapas  
15 remanescentes do método para classificação da FU. A descrição acima é provida como exemplo e não como uma limitação. Portanto, não é necessário usar duas câmeras ou imageamento estéreo e o procedimento de rastreamento seria realizado com dispositivos de aquisição de múltiplas  
20 imagens, tais como, múltiplas câmeras, bem como com uma câmera simples que faria múltiplas imagens de vários ângulos, incluindo imagens panorâmicas. A câmera pode ser movida tanto manualmente quanto com a ajuda de um robô se o sistema usado for um sistema robótico.

25 O método de classificação da unidade folicular pode também ajustar unidades foliculares possuindo cabelos que convergem abaixo da superfície da pele. Em tal caso, a imagem conterá uma imagem de um cabelo que não é uma parte contínua do contorno da FU de interesse. Para lidar com  
30 essa situação é determinado se o cabelo separado está

dentro de uma distância máxima do(s) cabelo(s) definindo o contorno contínuo da FU de interesse. A distância máxima é ajustada para ser uma distância na qual o que parece ser um cabelo de uma FU separada é mais provavelmente uma parte da mesma FU como a FU de interesse. A classificação da FU de interesse então leva em consideração qualquer(qualquer) cabelo(s) adicional(is) que esteja(m) dentro de uma distância máxima do(s) cabelos(s) da FU de interesse.

O método de classificação da unidade folicular também pode ajustar imagens de cabelo que parecem ser um cabelo simples, porém são na realidade de múltiplos cabelos. Se a imagem for feita em um determinado ângulo em relação aos cabelos de uma FU, a imagem dos cabelos pode se fundir e parecer ser de um cabelo. Assim, a determinação do número de feitos não proverá uma classificação acurada em razão dos fios fundidos resultarem em alguns defeitos no perfil delineado (e portanto alguns cabelos) em relação aos que estão realmente presentes na FU de interesse. Para lidar com essa situação, o método determina a largura (ou calibre) de cada objeto representando um cabelo na FU de interesse usando a imagem. Então, é determinado se a largura de cada objeto representando um cabelo excede uma largura máxima esperada para um cabelo simples e compara os mesmos. A etapa de classificação da FU então se baseia em uma determinação se a largura de um objeto representando um cabelo excede a largura máxima esperada e em quanto. Por exemplo, se a largura estiver entre 1-1/2 e 2 vezes a largura esperada, então a etapa de classificação aproximará tal objeto como sendo dois cabelos. Uma aproximação semelhante pode ser realizada para 3, 4 ou 5 cabelos.

Deve ser entendido que o método de contagem das FUS pode ser realizado antes, após ou simultaneamente com o método de classificação.

Ainda em outro aspecto da presente invenção, um sistema para contagem das unidades foliculares (e classificação das FUs, conforme for o caso) é provido. Como uma concretização exemplar, o sistema pode compreender um dispositivo de aquisição de imagem e um processador de imagem. Alguns exemplos não limitantes de um dispositivo de aquisição de imagem incluem uma ou mais câmeras, tais como câmeras comercialmente disponíveis. O dispositivo de aquisição de imagem pode obter imagens ou pode ser um dispositivo de gravação de vídeo (tal como "camcorder") ou qualquer outro dispositivo de aquisição de imagem.

Dispositivos de imageamento estéreo são correntemente preferidos, porém não é necessário um imageamento estéreo e a presente invenção não está limitada a isso. Da mesma forma, embora seja preferido que o dispositivo de aquisição de imagem seja um dispositivo digital, isso não é necessário. Por exemplo, o dispositivo de aquisição de imagem seria uma câmera de TV análoga que adquire uma imagem inicial que é então processada em uma imagem digital para uso posterior no método da presente invenção. O processador de imagem usado no sistema acima pode compreender qualquer dispositivo programado e configurado para realizar o método de contagem (e, opcionalmente, classificação) de uma FU de acordo com a presente invenção. Como exemplo e não como uma limitação, um processador de imagem apropriado pode ser qualquer tipo de computador pessoal ("PC"). Alternativamente, o processador de imagem

pode compreender um Circuito Integrado Específico de Aplicação (ASIC) ou Fileira de Porta Programável de Campo (FPGA). Em uma concretização exemplar, um sistema para contagem de unidades foliculares (FUs) compreende: um  
5 dispositivo de aquisição de imagem e um processador de imagem configurados para filtração da imagem compreendendo pele e FUs obtidas de um dispositivo de aquisição de imagem para remover os componentes de fundo; processamento da imagem para produzir uma imagem segmentada; e realização da  
10 filtração das interferências da imagem segmentada de modo a remover os objetos que não correspondem às FUs de interesse.

De acordo com outro aspecto da presente invenção é provido um processador de imagem para contagem das unidades  
15 foliculares. Ele pode compreender qualquer dispositivo apropriado conforme descrito acima. O processador de imagem pode ser programado com software configurado para realizar o método de contagem (e opcionalmente classificação) das unidades foliculares. Em uma concretização exemplar, o  
20 processador de imagem para contagem das unidades foliculares é configurado para receber uma imagem de uma superfície do corpo compreendendo pele e unidades foliculares, filtração da imagem para remoção dos componentes de fundo, processamento da imagem para produzir  
25 uma imagem segmentada e realização da filtração das interferências para remoção de objetos que não correspondem às unidades foliculares de interesse. Tal processador de imagem de acordo com a presente invenção seria provido separadamente e empregado em conjunto com planejamento de  
30 tratamentos capilares ou com vários sistemas para colheita

e/ou implante de unidades foliculares (manual, semiautomático, automático ou robótico), bem como com vários sistemas para contagem ou classificação das unidades foliculares; alternativamente, ele seria incorporado em  
5 qualquer um dos sistemas e dispositivos acima.

O dispositivo de aquisição de imagem pode ser provido independentemente ou pode ser montado em um posição fixa ou pode ser montado em um braço robótico ou outro dispositivo de movimento controlável. O braço robótico ou  
10 dispositivo de movimento pode ser acoplado operativamente a um controlador configurado para monitoramento do movimento do braço robótico ou dispositivo de movimento. O controlador pode receber e processa imagens ou dados de um processador de imagem com o controlador configurado para  
15 monitorar o movimento do braço robótico ou dispositivo de movimento com base nas imagens ou dados adquiridos pelo dispositivo de aquisição de imagem. Além disso, o sistema pode compreender ferramentas de colheita e/ou implante.

Qualquer um dos sistemas e métodos para contagem (e  
20 classificação) de uma unidade folicular conforme descrito aqui pode ser usado em conjunto com o sistema e método de colheita e transplante capilar conforme descrito no Pedido de Patente US número de série 11/380.903 e no Pedido de Patente US número de série 11/380.907.

25 As concretizações da invenção descritas e ilustradas aqui anteriormente são suscetíveis à várias modificações e formas alternativa e seria entendido que a invenção, de modo geral, bem como as concretizações específicas descritas aqui, não estão limitadas às formas e métodos  
30 específicos descritos aqui, porém ao contrário, cobrem

todas as modificações, equivalentes e alternativas que se encontrem dentro do escopo das reivindicações apenas. Como um exemplo não limitante, será apreciado pelos versados na técnica que a invenção não está limitada ao emprego de um sistema robótico incluindo um braço robótico e que outros 5 automáticos e semiautomáticos podem ser utilizados. Além disso, o sistema e o método de contagem das unidades foliculares da presente invenção podem se constituir em um sistema separado empregado juntamente com um sistema de 10 transplante automatizado separado ou mesmo com um procedimento de transplante manual.

### REIVINDICAÇÕES

1. Método de contagem das unidades foliculares (FUs), caracterizado pelo fato de que compreende:

5 filtração de uma imagem de uma superfície do corpo compreendendo pele e FUS para remoção dos componentes de fundo;

processamento da imagem para produzir uma imagem segmentada;

10 realização da filtração das interferências da imagem segmentada para remoção de objetos apresentando características que não correspondem as FUs de interesse; e contagem das FUs de interesse.

15 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a imagem é uma imagem digital.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a filtração para remoção do componente de fundo é realizada empregando uma técnica de subtração de fundo.

20 4. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a técnica de subtração de fundo compreende computação de uma imagem desfocada e subtração da imagem desfocada da imagem de uma superfície do corpo compreendendo pele e FUs.

25 5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a imagem desfocada é computada por convolução da imagem de uma superfície do corpo compreendendo pele e FUs com um núcleo Gaussiano.

30 6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dito núcleo Gaussiano é

sintonizado para um ou mais dentre:

um paciente específico,

uma condição de iluminação ambiente, e

outra condição clínica.

5           7. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a técnica de subtração de fundo compreende uma variação da filtração.

          8. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a técnica de subtração de  
10 fundo compreende um processo com base na detecção de uma borda.

          9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a filtração para remoção dos componentes de fundo é realizada empregando um filtro de  
15 faixa de passagem.

          10. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a filtração para remoção dos componentes de fundo compreende remoção dos componentes correspondendo a pele e outros objetos pequenos da imagem  
20 de uma superfície do corpo compreendendo pele e FUs.

          11. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita filtração para remover os componentes de fundo compreende filtração de baixa passagem de uma imagem selecionada duas vezes e então  
25 subtração das duas imagens filtradas resultantes da imagem de uma superfície de corpo compreendendo pele e FUs.

          12. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita filtração para remoção de componentes de fundo compreende uma primeira  
30 etapa de filtro na qual a imagem é filtrada empregando um

filtro de baixa passagem apresentando um primeiro núcleo e uma segunda etapa de filtro na qual a imagem é filtrada usando um filtro de baixa passagem possuindo um segundo núcleo.

5           13. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro núcleo é um núcleo Gaussiano apresentando substancialmente as características que se seguem:

          a) 21 pixels de suporte e sigma de 1,0; ou b) 21  
10 pixels de suporte e sigma de 0,75.

          14. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro núcleo é diferente do dito segundo núcleo.

          15. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente:

          aquisição de pelo menos uma imagem adicional de um mesmo campo de visão em uma posição conhecida, diferente de um ponto de vantagem da primeira imagem de um corpo compreendendo pele e FUs, onde a primeira imagem e pelo  
20 menos uma imagem adicional são adquiridas em sequência;

          computação da posição coordenada de um cabelo na superfície do corpo empregando a primeira e pelo menos uma das imagens adicionais; e

          filtração das unidades foliculares apresentando uma  
25 posição coordenada computada que é inconsistente com um cabelo na superfície do dito corpo.

          16. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a filtração de interferências compreende filtração de objetos cujas  
30 características incluem um ou mais dentre área,

comprimento, localização e orientação.

17. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a filtração de interferências compreende filtração de objetos cujas características não correspondem a uma ou mais das características para cabelo, com base em uma amostragem dos cabelos na superfície do corpo e as características esperadas dos cabelos com base em dados predeterminados.

18. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, rastreamento de uma FU sendo contada por:

aquisição de várias imagens da FU em sequência;

determinação das posições da FU a partir de cada uma das várias imagens;

15 rastreamento do movimento da FU a partir das posições determinadas.

19. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, classificação de uma FU com base no número de cabelos que emanam da FU.

20. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende:

cálculo do contorno da imagem segmentada de uma FU a ser classificada;

25 cálculo do perfil delineado da imagem segmentada que desconsiderando as concavidades no contorno da imagem segmentada da FU a ser classificada;

determinação do número de defeitos no perfil delineado da FU a ser classificada; e

30 classificação da FU, pelo menos parcialmente, com base

no número dos defeitos determinados.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, contagem das FUs de interesse, com base em pelo menos em parte, nos resultados de classificação da FU responsáveis por uma ou mais de a) múltiplas FUs que parecem ser uma FU simples e b) uma FU simples que parece ser múltiplas FUs.

22. Sistema para contagem de unidades foliculares (FUs) em uma superfície do corpo caracterizado pelo fato de que compreende:

um dispositivo de aquisição de imagem; e

um processador de imagem, o processador de imagem sendo configurado para:

filtração de uma imagem compreendendo pele e FUs obtidas do dispositivo de aquisição de imagem para remover os componentes de fundo;

processamento da imagem de modo a produzir uma imagem segmentada;

realização da filtração das interferências da imagem segmentada de modo a reduzir objetos possuindo características que não correspondem à FUs de interesse; e

contagem das FUs de interesse.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o sistema é um sistema robótico.

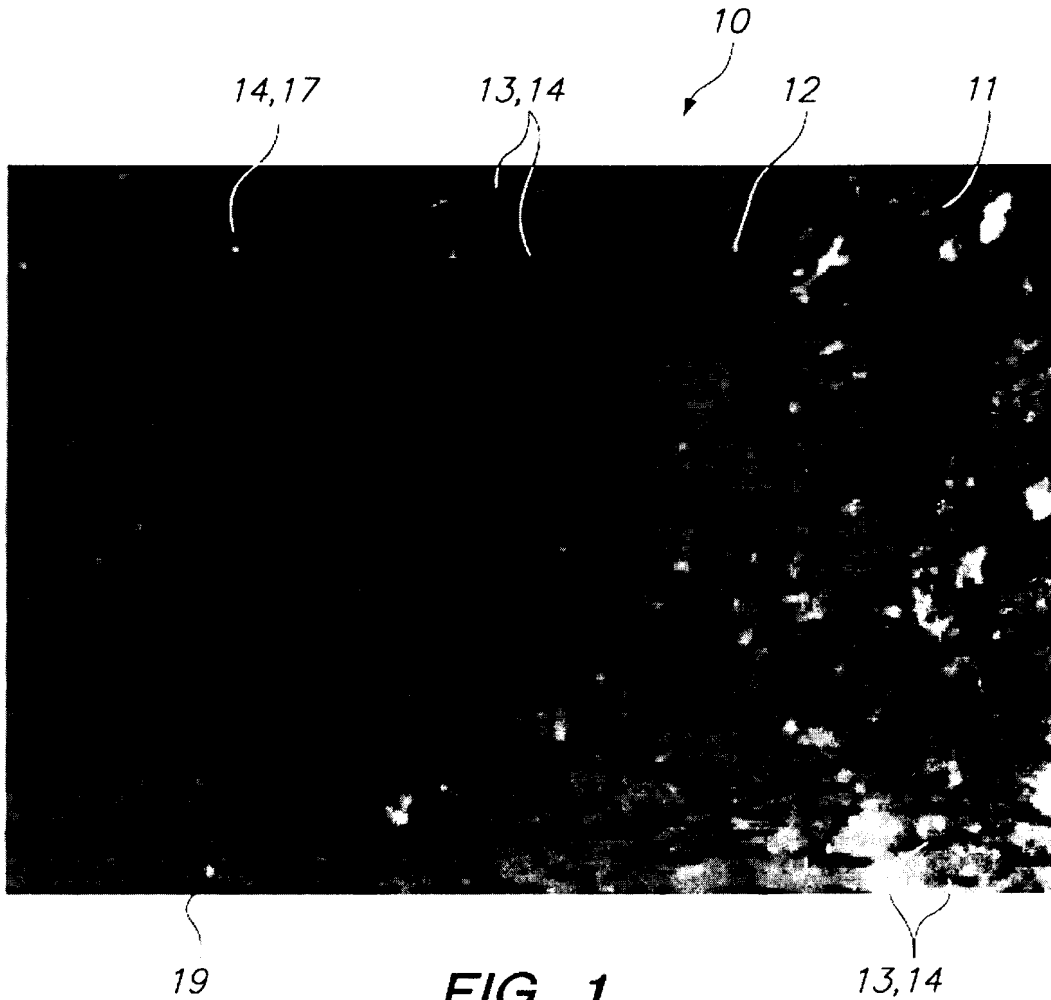
24. Sistema, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, um braço robótico no qual o dispositivo de aquisição de imagem é montado.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 24,

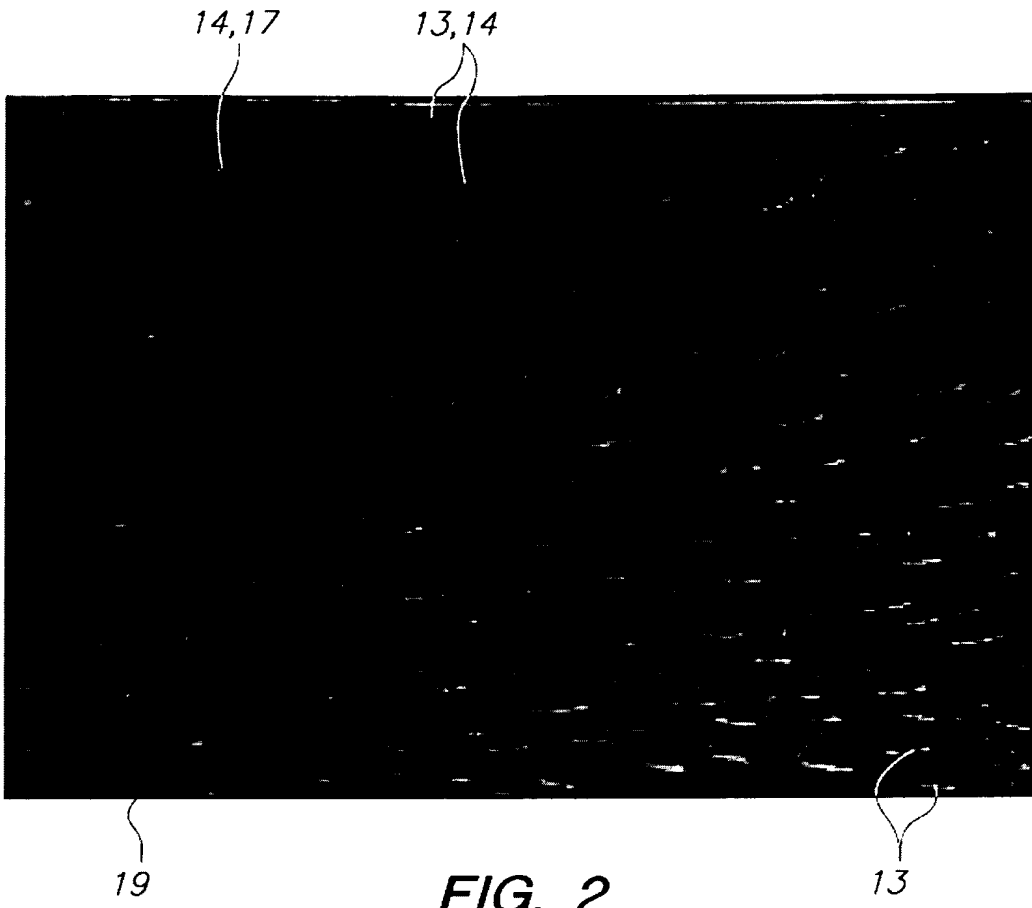
caracterizado pelo fato de que compreende, adicionalmente, um controlador acoplado operativamente ao braço robótico e dito processador de imagem.

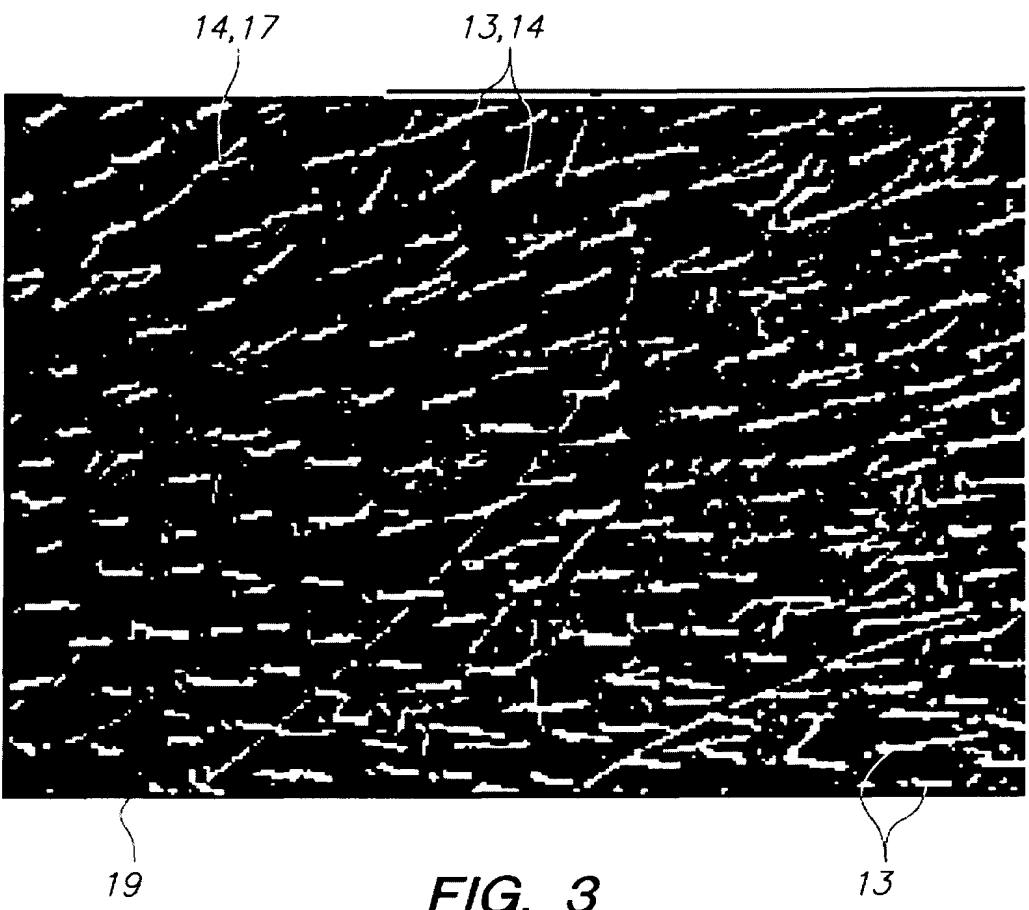
26. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, 5 caracterizado pelo fato de que o processador de imagem é um computador pessoal.

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de aquisição de imagem compreende uma ou mais câmeras.

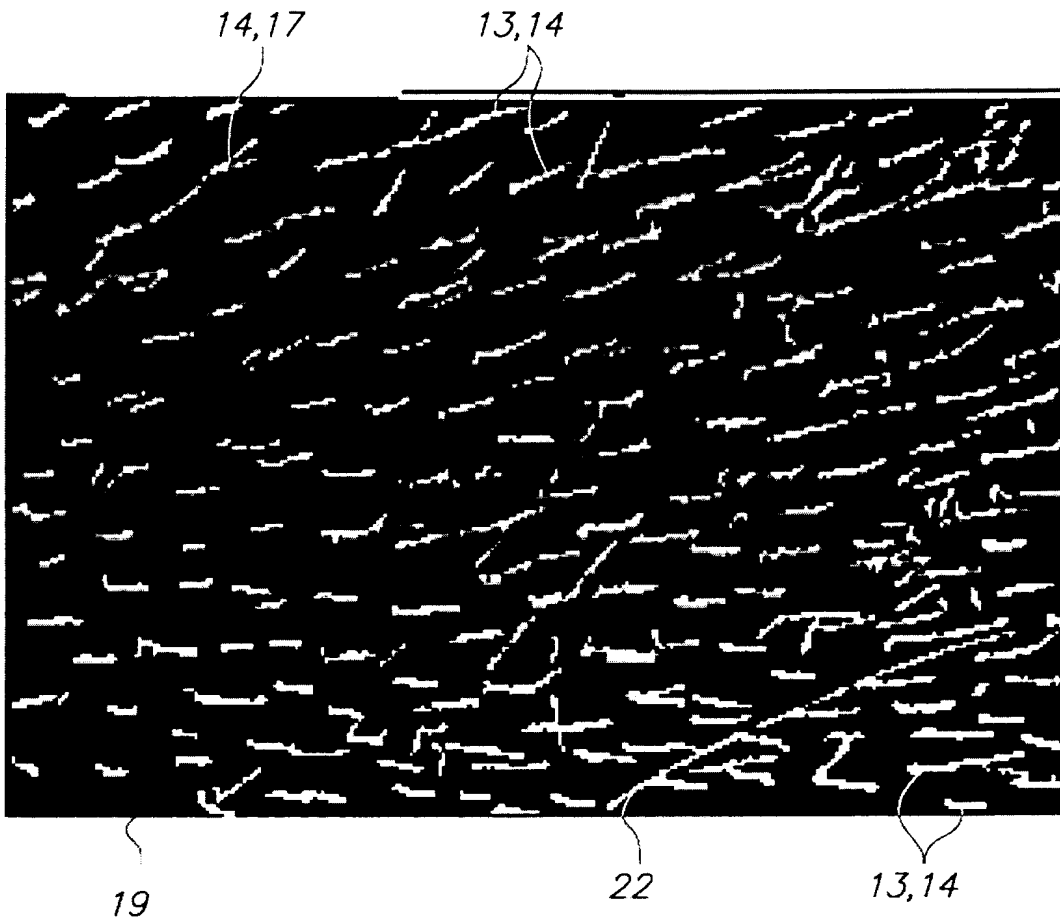


**FIG. 1**

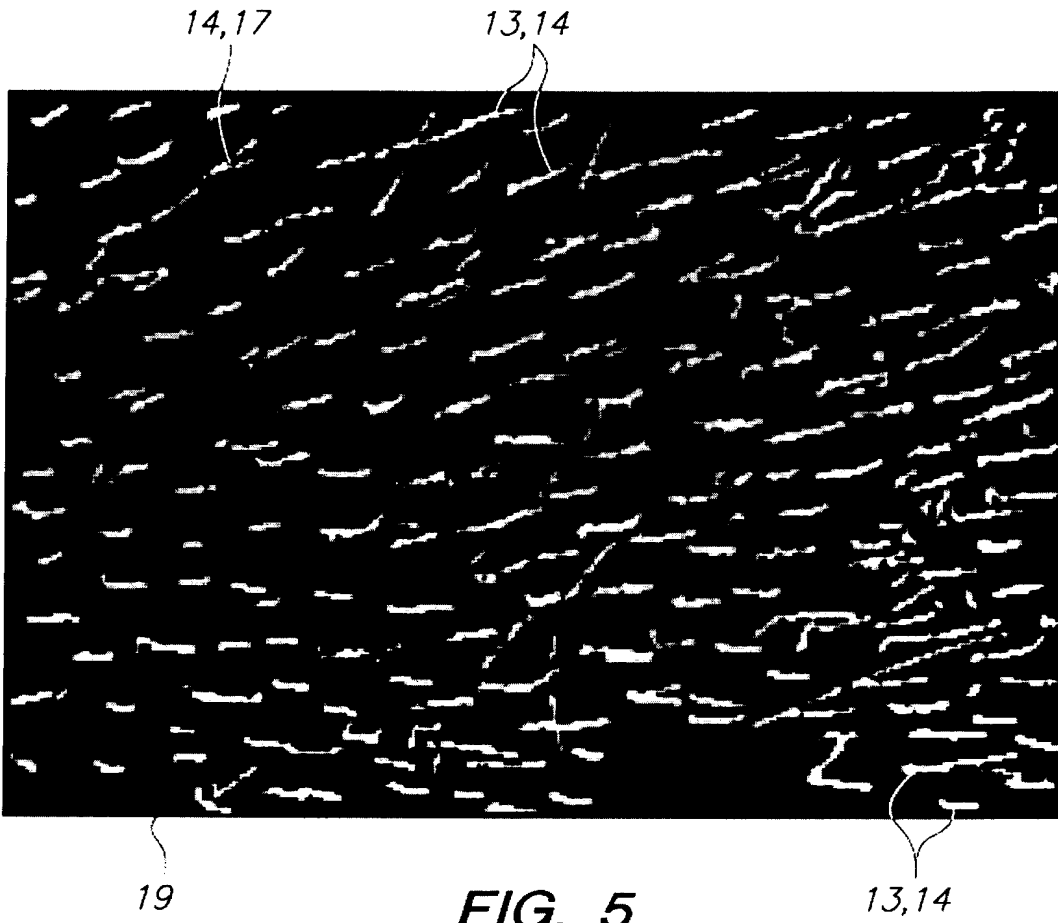


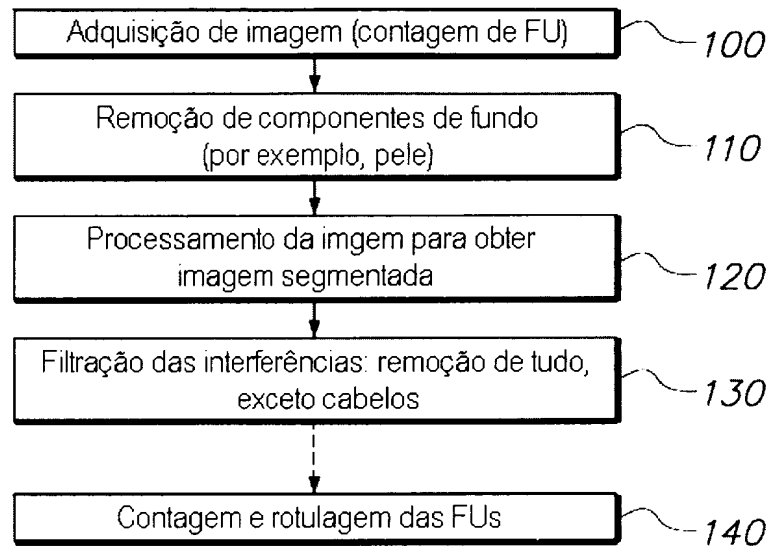


**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 6**

RESUMO**SISTEMA E MÉTODO PARA CONTAGEM DE UNIDADES FOLICULARES**

Sistema e método para contagem de unidades foliculares empregando um sistema automatizado compreendendo aquisição de uma imagem de uma superfície do corpo possuindo pele e unidades foliculares, filtração da imagem para remoção de componentes de pele na imagem, processamento da imagem obtida para segmentar a mesma e filtração das interferências de modo a eliminar todos os elementos que não os folículos capilares de interesse, de modo que os folículos capilares em uma área de interesse podem ser contados. O sistema pode compreender um dispositivo de aquisição de imagem e um processador de imagem para realizar o método. Em outro aspecto, o sistema e o método também classificam as unidades foliculares com base no número de cabelos na unidade folicular.