



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

(21) **PI 0717846-8 A2**

(22) Data de Depósito: 08/05/2007
(43) Data da Publicação: 22/01/2013
(RPI 2194)



(51) *Int.Cl.:*
A61F 5/56
A61F 5/00

(54) **Título:** SISTEMA, E, MÉTODO

(30) **Prioridade Unionista:** 03/11/2006 US 11/592562

(73) **Titular(es):** Koninklijke Philips Electronics N.V.

(72) **Inventor(es):** Andres D. Tomas, Andrew W. Kramer, Edward M. Gillis, Joseph Paraschac, Lionel M. Nelson, Ryan P. Boucher, Scott A. McGill

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & Cia.

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2007011209 de 08/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/063217 de 29/05/2008

(57) **Resumo:** SISTEMA, E, MÉTODO. Sistemas e métodos resistem à movimentação posterior de ambos via respiratória aberta. Os sistemas e métodos empregam primeira, segunda e terceira estruturas. A primeira estrutura é dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma língua. A segunda estrutura é dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma região de um palato mole ou úvula. A terceira estrutura é dimensionada e configurada para colocação em ou sobre tecido em uma relação desejada anterior das primeira e segunda estruturas. As primeiras e segunda estruturas incluem, cada uma, um material ferromagnético. A terceira estrutura inclui um material magnético que interage magneticamente com ambos os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos pela atração de ambos os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos, resistindo, desse modo, à movimentação posterior de ambos a língua e o palato mole/úvula.

“SISTEMA, E, MÉTODO”

Pedidos correlatos

Este pedido é uma parte em continuação do pedido de patente co-pendente US 11/397.744, depositado em 4 de abril de 2006, intitulado “Devices Systems, and Methods Using Magnetic Force Systems In Or On Tissue” (Dispositivos, Sistemas e Métodos Usando Sistemas de Força Magnética no ou sobre Tecido), que é uma parte em continuação do pedido de patente co-pendente US 10/806.372, depositado em 22 de março de 2004, intitulado “Devices, Systems, and Methods to Fixate Tissue Within the Regions of the Body, Such as the Pharyngeal Conduit” (Dispositivos, Sistemas e Métodos para Fixar Tecido Dentro de Regiões do Corpo, como o Conduto Faríngeo), que é uma parte em continuação do pedido de patente co-pendente US 10/718.254, depositado em 20 de novembro de 2003, intitulado “Devices, Systems, and Methods to Fixate Tissue Within the Regions of the Body, Such as the Pharyngeal Conduit” (Dispositivos, Sistemas e Métodos para Fixar Tecido Dentro de Regiões do Corpo, como o Conduto Faríngeo), que é uma parte em continuação do pedido de patente co-pendente US 10/656.861, depositado em 6 de setembro de 2003, intitulado “Magnetic Force Devices, Systems, and Methods for Resisting Tissue Collapse within the Pharyngeal Conduit” (Dispositivos, Sistemas e Métodos de força magnética para Resistir Colapso de Tecido dentro do Conduto Faríngeo), que ainda reivindica o benefício do pedido de patente provisório US 60/441.639, depositado em 22 de janeiro de 2003 e pedido de patente provisório US 60/456.164, depositado em 20 de março de 2003, e que é uma parte em continuação do pedido de patente US 10.236.455, depositado em 6 de setembro de 2002, e intitulado “System and Method for Moving and/or Restraining Tissue in the Upper Respiratory System” (Sistema e Método para Mover e/ou Restringir Tecido no Sistema Respiratório Superior). Este pedido reivindica também o benefício do pedido de patente provisório US

60/739.519, depositado em 23 de novembro de 2005 e pedido de patente provisório US 60/754.939, depositado em 29 de dezembro de 2005.

Campo técnico

5 A invenção refere-se a dispositivos, sistemas, e métodos para o tratamento de respiração desordenada no sono, incluindo apnéia obstrutiva e ronco.

Fundamentos da invenção

I. CARACTERÍSTICAS DE APNÉIA DO SONO

10 Primeiro descrita em 1965, apnéia do sono é uma desordem respiratória caracterizada por breves interrupções (10 segundos ou mais) de respiração durante o sono. Apnéia do sono é uma condição comum, mas potencialmente séria de risco de vida, afetando cerca de 18 milhões de norte americanos.

15 Há dois tipos de apnéia do sono: central e obstrutiva. Apnéia do sono central, que é relativamente rara, ocorre quando o cérebro falha em enviar o sinal apropriado para os músculos da respiração para iniciar respirações, por exemplo, como resultado de um ferimento ou dano ao tronco cerebral. Ventilação mecânica é o único tratamento disponível para assegurar respiração ininterrupta.

20 Apnéia do sono obstrutiva (OSA) é bem mais comum. Normalmente, os músculos da parte superior da garganta mantêm a via respiratória aberta para permitir que o ar flua para os pulmões. Quando os músculo do palato macio, a base da língua, e a úvula (o pequeno tecido carnosos pendente do centro das costas da garganta) relaxam e cedem, os tecidos relaxados podem vibrar quando o ar flui passando pelos tecidos durante a respiração, resultando em ronco. Ronco afeta cerca de metade dos homens e 25% de mulheres, a maioria com 50 ou mais anos de idade.

25 Em casos mais sérios, a via respiratória se torna bloqueada, tornando difícil a respiração, ou mesmo interrompendo-a totalmente. Durante

algumas noites, o número de pausas respiratórias involuntárias ou “eventos apneicos” pode atingir 20 ou 30 ou mais por hora. Essas pausas respiratórias são quase sempre acompanhadas por ronco entre os episódios de apnéia., embora nem todos que roncam tenham esta condição. Apnéia do sono pode ser caracterizada também por sensações de sufocação.

A falta de aspiração de ar para os pulmões resulta em níveis mais baixos de oxigênio e maiores níveis de dióxido de carbono no sangue. Na ocasião de um evento apneico, a pessoa dormindo é incapaz de função respiratória normal contínua e o nível de saturação de oxigênio no sangue é reduzido. O cérebro percebe a condição e faz com que a pessoa adormecida se esforce e arfe por ar. A respiração é, então, reiniciada muitas vezes acompanhada por eventos apneicos continuados. Há potencialmente efeitos danosos ao coração e vasos sanguíneos, devido às oscilações compensatórias abruptas na pressão do sangue. Em cada evento, a pessoa adormecida será parcialmente despertada do sono, resultando em uma qualidade grandemente reduzida de sono e fadiga diurna associada. A freqüente interrupção de sono profundo restaurador leva, freqüentemente, a dor de cabeça matinal, excessiva sonolência diurna, depressão, irritabilidade e dificuldade de aprendizado e memorização.

A comunidade médica ficou atenta à maior incidência de ataques cardíacos, hipertensão e enfartes em pessoas com moderada ou severa apnéia do sono obstrutiva. É estimado que até 50% de pacientes com apnéia do sono tenham pressão sanguínea elevada.

Embora alguns eventos apneicos sejam normais em os mamíferos, incluindo humanos, a freqüência de bloqueios determinará a seriedade da doença e potencial de dano à saúde. Quando a incidência de bloqueio for freqüente, ação corretiva deve ser tomada.

II. A ANATOMIA DA VIA RESPIRATÓRIA SUPERIOR

Conforme mostrado na fig. 1, a via respiratória superior

consiste de um conduto que começa na válvula nasal, situada na ponta do nariz, e se estende para a laringe, que é também chamada de caixa de voz devido a alojar as cordas vocais. A faringe (que, em grego, significa “garganta”) é uma passagem cônica na via respiratória superior que leva das cavidades ora e nasal na cabeça para o esôfago e laringe. A faringe serve a ambas as funções respiratória e digestiva. Ambos os músculos circular e longitudinal estão presentes nas paredes deste órgão, chamadas de paredes faríngeas. Os músculos circulares formam constrições que ajudam a empurrar o alimento para o esôfago e impedem que ar seja engolido, enquanto os músculos longitudinais elevam as paredes da faringe durante a deglutição.

A faringe consiste de três divisões principais. A porção anterior é a faringe nasal, a seção posterior da cavidade nasal. A faringe nasal conecta a faringe oral à segunda região, por meio de uma passagem chamada de istmo. A faringe oral começa na parte posterior da cavidade bucal e continua garganta abaixo até a epiglote, uma aba de tecido que cobre a passagem de ar para os pulmões e que canaliza alimentos para o esôfago. O istmo conectando as regiões oral e nasal permite que humanos respirem através do nariz ou da boca. A terceira região é a faringe laríngea, que começa na epiglote e leva descendentemente para o esôfago. Sua função é regular a passagem de ar para os pulmões e alimento para o esôfago. O ar da cavidade nasal flui para a laringe, e alimento proveniente da cavidade oral é encaminhado para o esôfago diretamente atrás da laringe. A epiglote, uma aba cartilaginosa folicular, funciona como uma tampa para a laringe e, durante o ato de engolir, controla o tráfego de ar e alimento.

A cavidade bucal marca o início do tubo digestivo. DE forma oval, ela consiste de duas partes: o vestíbulo e a própria cavidade bucal.

O vestíbulo é a menor porção externa, delimitada externamente pelos lábios e bochechas e internamente pelas gengivas e dentes. Ele se conecta com a superfície do corpo através da rima ou orifício

da boca. O vestíbulo recebe a secreção das glândulas parótidas salivares, e se conecta, quando os maxilares são fechados, com a própria cavidade bucal por um orifício sobre ambos os lados por trás dos cílios pelas fissuras estreitas entre dentes opostos.

5 A própria cavidade bucal contém a língua e é delimitada lateralmente e na parte frontal pelos arcos alveolares pelos dentes ali contidos. Ela recebe a secreção das glândulas salivares submaxilares sublinguais. A própria cavidade bucal se conecta com a faringe por um orifício constrito chamado de fauce do istmo.

10 A língua é um órgão muscular móvel que pode assumir uma variedade de formas e posições. A língua tem uma parte inferior relativamente fixa que é acoplada ao osso hióide e mandíbula. O resto da língua é chamado de corpo da língua. Ela é essencialmente uma massa de músculos coberta na maior parte pela membrana da mucosa. Os músculos na língua não atuam
15 isoladamente. Alguns músculos efetuam múltiplas ações com partes de um músculo atuando independentemente e produzindo diferentes ações, por vezes, antagônicas.

 A língua fica parcialmente na cavidade bucal ou oral e parcialmente na faringe. Em repouso, ela ocupa essencialmente toda a
20 cavidade oral. A parede posterior da língua demarca o limite posterior da cavidade oral. Sua membrana de mucosa é espessa e livremente móvel.

 A língua está envolvida com mastigação, paladar, articulação e limpeza oral. Suas duas funções principais são formar palavras durante a conversação e apertar o alimento para a faringe ao engolir.

25 O palato forma o teto em arco da cavidade oral ou bucal (a boca) e a o piso das cavidades nasais (o nariz). Ele separa a cavidade oral das cavidades nasais e a faringe nasal. O palato consiste de duas regiões – o palato duro anterior e o palato macio posterior.

 O palato duro é abobadado e define o espaço preenchido pela

língua quando esta está em repouso. O palato duro tem um esqueleto ósseo duro, resultando em seu nome.

5 O palato macio não tem esqueleto ósseo, resultando em seu nome. O palato macio fica suspenso da borda posterior do palato duro. Ele se estende posterior e inferiormente como uma margem livre curva da qual
10 pende um processo cônico, chamado de úvula. Músculos se elevam da base do crânio e descem para o palato macio. Os músculos permitem que o palato macio seja elevado durante deglutição, para contato com a parede posterior faríngea. Os músculos também permitem que o palato macio seja estirado inferiormente durante a deglutição para contato com a parte posterior da língua.

O palato mole é, desse modo, muito dinâmico e móvel. Quando uma pessoa engole, o palato macio é, inicialmente tracionado para permitir que a língua pressione contra o mesmo, para espremer o bolo de
15 alimento para a parte posterior da boca. O palato macio é, então, elevado posterior e superiormente contra a parede faríngea, atuando como uma válvula que se fecha e impede passagem de alimento para a cavidade nasal.

III. SONO E ANATOMIA DA VIA RESPIRATÓRIA SUPERIOR

Embora todo o tecido ao longo deste conduto seja dinâmico e
20 responsivo ao ciclo respiratório, apenas a faringe, em particular a nasofaringe (a área no palato macio e as paredes faríngeas) e a orofaringe (a área na base da língua e as paredes faríngeas), é totalmente dobrável. As estruturas faríngeas e componentes anatômicos individuais dentro desta região incluem as paredes faríngeas, a base da língua, o palato macio com úvula, e a
25 epiglote.

A área de seção transversal da via respiratória superior varia com as fases do ciclo respiratório. NO início da inspiração (Fase I), a via respiratória começa a dilatar e, depois, permanece relativamente constante através do restante da inspiração (Fase II). No início da expiração (Fase III), a

via respiratória começa a dilatar, atingindo o diâmetro máximo e, depois, diminuindo em tamanho de modo que ao final da expiração (Fase IV), atinja o mínimo, correspondendo ao tempo em que os músculos dilatadores da via respiratória superior são minimamente ativos, e pressão intraluminal positiva seja a mínima. A via respiratória superior, portanto, tem o maior potencial para colapso e fechamento na expiração fina (referência: Schwab RJ, Goldberg NA. Avaliação de via respiratória superior: técnicas radiográficas e outras, *Otolaryngol Clin North AM*, 1998: 31:931-968).

O sono é caracterizado por uma redução na atividade de músculo dilatador de via respiratória superior. Para o indivíduo com apnéia do sono obstrutiva (OSA) e, talvez, as outras desordens que compreendem muito do grupo de entidades chamadas de respiração desordenada obstrutiva durante o sono (SDB), acredita-se que esta mudança no funcionamento do músculo cause estreitamento e colapso faríngeo. Duas etiologias possíveis para este fenômeno em paciente de OSA foram teorizadas. Uma é o fato desses indivíduos reduzirem o tom do músculo dilatador de via respiratória mais do que não apneicos durante o sono (a teoria neural). A outra é o fato de todos os indivíduos experimentarem a mesma redução na atividade dilatadora no sono, mas que o apneico tem uma faringe que é estruturalmente menos estável (a teoria anatômica). Ambas as teorias podem, de fato, ser contribuidoras de OSA, mas estudos atuais parecem suportar que pacientes de OSA tem uma faringe estrutural e intrinsecamente estreitada e mais colapsável (referência: Isono S., Remmers J., Tanaka A. Sho Y., Sato J., Nishino T., "Anatomy of pharinx in patients with obstructive sleep apnea and in normal subjects", *J. Appl. Physiol*, 1997: 82: 1319-1326.) Embora este fenômeno seja muitas vezes acentuado em locais específicos, como o nível velofaríngeo (Isono), estudos de pressões de fechamento (Isono) suportam formação de imagem MRI rápido dinâmico que mostra que estreitamento e colapso normalmente ocorrem ao longo de toda a extensão da faringe (referência: Shellock FG,

Schatz CJ, Julien P, Silverman JM, Steinberg F, Forma de onda TKF, Hopp ML, Westbrook PR. "Occlusion and Narrowing of the pharyngeal airway in obstructive sleep apnea: evaluation by ultrafast spoiled GRASS MR imaging, AM J of Roentgenology, 1992: 158:1019-1024).

5 IV. OPÇÕES DE TRATAMENTO

Até hoje, a única modalidade que cuida de colapso ao longo de toda a via respiratória superior são dispositivos de respiração mecânicos de pressão positiva, como máquinas de pressão de via respiratória positiva contínua (CPAP). Todas as outras modalidades, como vários
10 procedimentos cirúrgicos e utilitários orais, por sua natureza, cuida de setores específicos da via respiratória (como palato, base de língua e níveis hiódes), mas deixam porções da parede faríngea sem tratamento. Isto pode ser responsável pela taxa de sucesso consideravelmente maior de CPAP sobre cirurgia e utilitários no controle de OSA. Embora CPAP, que na
15 essência atua como uma tala de via respiratória para o ciclo respiratório, seja altamente exitoso, apresenta algumas desvantagens muito significativas. Ela pode ser incômoda de usar e de viajar, difícil de ser aceita em um nível social, e não é tolerada por muitos (por razões como claustrofobia, dores de pressão de máscara facial e nasal, irritação de via
20 respiratória). Estes fatores levaram a uma taxa relativamente pobre de conformidade a longo prazo. Um estudo mostrou que 65% dos pacientes abandonaram seu tratamento CPAP em 6 meses.

Outros tratamentos atuais para OSA incluem avanço genioglossal (GA) e avanço maxilomandibular (MMA). Estes tratamentos
25 envolvem procedimentos cirúrgicos altamente invasivos e um longo tempo de recuperação e, portanto, apresentam apelo relativamente baixo ao paciente.

Permanece a necessidade por dispositivos sistemas e métodos simples custo-efetivo para a redução ou prevenção de eventos de respiração desordenada durante o sono.

Sumário da invenção

A presente invenção provê sistemas e métodos para resistir movimentação posterior de ambos a língua e o palato mole/úvula durante o sono, mantendo, desse modo, uma via respiratória aberta.

5 Um aspecto da invenção provê sistemas e métodos que incluem uma primeira estrutura dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma língua e uma segunda estrutura dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma região de um palato mole ou úvula. As primeira e segunda estruturas incluem, cada uma, um material
10 ferromagnético. Os sistemas e métodos incluem um material ferromagnético. Os sistemas e métodos incluem uma terceira estrutura dimensionada e configurada para colocação em ou sobre um tecido em uma relação desejada anterior das primeira e segunda estruturas. A terceira estrutura inclui um material magnético que interage magneticamente com ambos os primeiro e
15 segundo materiais ferromagnéticos pela atração de ambos os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos.

Em um modo de realização, a terceira estrutura é dimensionada e configurada para colocação em uma cavidade oral anterior da língua e região do palato mole ou úvula. Neste arranjo, a terceira estrutura
20 pode compreender, por exemplo, um utilitário dimensionado e configurado para se ajustado sobre um ou mais dentes. Neste arranjo, a terceira estrutura pode ser seletivamente liberada quando interação magnética com os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos não for desejada e usada quando a interação magnética for desejada.

25 Em um modo de realização, a terceira estrutura é dimensionada e configurada para colocação em ou sobre tecido externo a uma cavidade oral anterior à língua e palato mole. Neste arranjo, a terceira estrutura pode ser dimensionada e configurada, por exemplo, para se usada sobre um pescoço e/ou uma mandíbula e/ou um queixo. Neste arranjo, a

terceira estrutura pode ser seletivamente liberada quando interação magnética com os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos não for desejada e usada quando a interação magnética for desejada.

5 Em um modo de realização, os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos compreendem materiais magnetizados. Neste arranjo, os sistemas e métodos podem ainda incluir pelo menos uma estrutura adicional. A estrutura adicional é dimensionada e configurada para colocação e, ou sobre uma parede faríngea posterior transversa a pelo menos uma das primeira e segunda estruturas. A estrutura adicional inclui um material
10 magnético que interage magneticamente com os materiais magnetizados das pelo menos primeira e segunda estruturas pela repulsão do material magnetizado de pelo menos uma das primeira e segunda estruturas.

Descrição resumida dos desenhos

15 A Fig. 1 é uma vista anatômica em seção lateral da via respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço.

A Fig. 2 é uma vista anatômica da parte de trás da cavidade oral, onde a língua foi puxada para frente para mostrar o céu da boca compreendendo o palato duro (na parte dianteira) e o palato mole (na parte
20 traseira).

A Fig. 3 é uma vista anatômica lateral, com as seções parcialmente recortadas e em seção, de um ser humano sofrendo de uma forma de apnéia do sono envolvendo o palato mole, mostrando como a base da língua, o palato mole, e a úvula encostam contra a parede faríngea,
25 fechando efetivamente a via respiratória, resultando em um evento apneico.

As Figs. 4A a 4D mostram de maneira diagramática modos de realização representativos de um sistema de força magnética que se opõe a ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea, com as Figs. 4A e 4C mostrando a

interação magnética de uma estrutura ferromagnética implantada dentro de regiões de uma língua com uma estrutura magnética portada do lado de fora de uma via respiratória (por exemplo, sobre um queixo e/ou mandíbula), e com as Figs. 4B e 4D mostrando a interação magnética de uma estrutura ferromagnética implantada dentro de regiões de uma língua com uma estrutura magnética portada dentro de uma via respiratória (por exemplo, em uma cavidade oral). As Figs. 4E e 4F. mostram modos de realização alternativos do Sistema de Língua que provê uma força de repulsão adicional para se opor ao colapso da língua.

10 As Figs. 5A e 5B mostram de maneira diagramática, modos de realização representativos de um sistema de força magnética que se opõe à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de um palato mole/úvula contra a parede faríngea, com a Fig. 5A mostrando a interação magnética de uma estrutura ferromagnética implantada em um palato mole/úvula com uma estrutura magnética portada do lado de fora de uma via respiratória (por exemplo, sobre um queixo e/ou mandíbula), e com a Fig. 5B mostrando a interação magnética de uma estrutura ferromagnética implantada em um palato mole/úvula com uma estrutura magnética portada no interior de uma via respiratória (por exemplo, em uma cavidade oral). As Figs. 5C e 5D mostram modos de realização alternativos do Sistema de Palato Mole que provê uma força de repulsão adicional para se opor ao colapso do palato mole/úvula.

25 As Figs. 6A e 6B mostram de maneira diagramática modos de realização representativos de um sistema de força magnética que se opõe à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso tanto de uma língua como de um palato mole/úvula contra a parede faríngea, com a Fig. 6A mostrando a interação magnética de estruturas ferromagnéticas implantadas em uma língua e um palato mole/úvula com uma estrutura magnética portada do lado de fora de uma via respiratória (por exemplo, sobre

um queixo e/ou mandíbula), e com a Fig. 6B mostrando a interação magnética de estruturas ferromagnéticas implantadas em uma língua e um palato mole/úvula com a estrutura magnética portada no interior de uma via respiratória (por exemplo, em uma cavidade oral). As Figs. 6C e 6D mostram modos de realização alternativos do Sistema Combinado que provê uma força de repulsão adicional para se opor ao colapso da língua e do palato mole/úvula.

As Figs. 7A a 7C mostram modos de realização representativos de estruturas magnéticas dimensionadas e configuradas para ser usadas sobre uma mandíbula e/ou um queixo, do lado de fora de uma via respiratória, para interagir magneticamente com uma ou mais estruturas magnéticas portadas dentro de uma via respiratória, por exemplo, em ou sobre uma língua e/ou palato mole/úvula da maneira mostrada nas Figs. 4A, 4C, 5A, e 6A.

As Figs. 8A e 8B mostram modos de realização representativos de estruturas magnéticas dimensionadas e configuradas para ser usadas ao redor de um pescoço, do lado de fora de uma via respiratória, para interagir magneticamente com uma ou mais estruturas ferromagnéticas portadas dentro de uma via respiratória, por exemplo, em ou sobre uma língua e/ou em palato mole/úvula da maneira mostrada nas Figs. 4A, 4C, 5A, e 6A.

As Figs. 9A a 9E mostram modos de realização representativos de estruturas magnéticas dimensionadas e configuradas para ser usadas dentro de uma via respiratória, por exemplo, sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral, para interagir magneticamente com as estruturas ferromagnéticas portadas dentro de uma via respiratória, por exemplo, em ou sobre uma língua e/ou palato mole/úvula, da maneira mostrada, nos Figs. 4B, 4D, 5B, e 6B.

A Fig. 10 é uma vista em perspectiva de um material ferromagnético dimensionado e configurado para implantação como parte de

um sistema de força magnética mostrado nas Figs. 4A a 4D, ou 5A ou 5B, ou 6A, ou 6B.

5 A Fig. 11 é uma vista em perspectiva de um arranjo de materiais ferromagnéticos em um portador que está dimensionado e configurado para implantação como parte do sistema de força magnética mostrado nas Figs. 4A a 4D, ou 5A ou 5B, ou 6A, ou 6B.

10 A Fig. 12A é uma vista anatômica em seção lateral da via respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando, adicionalmente, um sistema de força magnética representativo, de um tipo mostrado nas Figs. 4A ou 4C, compreendendo uma estrutura ferromagnética implantada em uma região de uma língua que interage com uma estrutura magnética portada do lado de fora de uma via respiratória (por exemplo, sobre um queixo e/ou mandíbula), para se opor à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

A Fig. 12B é uma vista em perspectiva de uma estrutura ferromagnética dimensionada e configurada para ser implantada em uma região de uma língua e formar uma parte do sistema mostrado na Fig. 12A.

20 Figs. 12C e 12D são, respectivamente, uma vista em perspectiva e uma vista lateral de uma estrutura magnética dimensionada e configurada para ser usada do lado de fora de uma via respiratória (por exemplo, sobre um queixo e/ou mandíbula) e formando uma parte do sistema mostrado na Fig. 12A.

25 Fig. 12E é uma vista anatômica da parte de trás da cavidade oral, mostrando a língua e os palatos duro e mole, e mostrando adicionalmente o sistema de força magnética como mostrado na Fig. 12A, no qual a estrutura ferromagnética, na língua, se estende geralmente simetricamente através da linha central da língua, e a estrutura magnética

usada sobre o queixo e/ou mandíbula inclui ímãs sobre ambos os lados laterais da cavidade oral, e exibindo, além disso, neste arranjo, as forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

5 A Fig. 12F é uma vista anatômica da parte de trás da cavidade oral, mostrando a língua e os palatos duro e mole, e exibindo, adicionalmente, o sistema de força magnética como mostrado na Fig. 12A, no qual a estrutura ferromagnética, na língua, se estende geralmente simetricamente através da linha central da língua e a estrutura magnética usada sobre o queixo e/ou
10 mandíbula inclui ímãs apenas sobre um lado lateral da cavidade oral, e mostrando adicionalmente, neste arranjo, as forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

 Fig. 12G é uma vista anatômica em seção lateral da via
15 respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de um tipo mostrado nas Figs. 4B ou 4D, compreendendo uma estrutura ferromagnética implantada em uma região de uma língua que interage com uma estrutura
20 magnética portada dentro de uma via respiratória (por exemplo, dentro de uma cavidade oral), para se opor à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

 A Fig. 12H é uma vista anatômica da parte de trás da cavidade oral, mostrando a língua e os palatos duro e mole, e mostrando
25 adicionalmente o sistema de força magnética como mostrado na Fig. 12G, no qual a estrutura ferromagnética, na língua, se estende geralmente simetricamente através da linha central da língua e a estrutura magnética usada dentro da cavidade oral inclui ímãs em ambos os lados laterais da cavidade oral, e mostrando, além disso, neste arranjo, as forças de atração

magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea

5 A Fig. 13A é uma vista anatômica em seção lateral da via respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de um tipo
10 mostrado nas Figs. 4B ou 4D, compreendendo uma estrutura ferromagnética implantada em uma região de uma língua que interage com uma estrutura magnética portada dentro de uma via respiratória (por exemplo, em uma cavidade oral), para se opor à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

A Fig. 13B é uma vista em perspectiva de uma estrutura ferromagnética dimensionada e configurada para ser implantado em uma região de uma língua e formando uma parte do sistema mostrado na Fig. 13A.

15 A Fig. 13C é uma vista em perspectiva de uma estrutura magnética dimensionada e configurada para ser usada dentro de uma via respiratória, por exemplo, sobre os dentes dentro de uma cavidade oral, e formando uma parte do sistema mostrado na Fig. 13A.

20 A Fig. 13D é uma vista anatômica da parte de trás da cavidade oral, mostrando a língua e os palatos duro e mole, e mostrando adicionalmente o sistema de força magnética como mostrado na Fig. 13A, no qual a estrutura ferromagnética, na língua, se estende geralmente simetricamente através da linha central da língua e a estrutura magnética usada sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral, inclui ímãs em ambos os
25 lados laterais da cavidade oral, e mostrando, além disso, neste arranjo, as forças de atração magnéticas que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

A Fig. 14A é uma vista anatômica em seção lateral da via

respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de um tipo mostrado na Fig. 6B, compreendendo estruturas ferromagnéticas implantadas em uma região de uma língua e palato mole/úvula que interagem com uma estrutura magnética portada dentro de uma via respiratória (por exemplo, em uma cavidade oral), para se opor á ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua e de um palato mole/úvula contra a parede faríngea.

10 A Fig. 14B é uma vista em perspectiva de uma estrutura ferromagnética dimensionada e configurada para ser implantada em uma região de uma língua e palato mole/úvula, e formando uma parte do sistema mostrado na Fig. 14A.

15 A Fig. 14C é uma vista em perspectiva de uma estrutura magnética dimensionada e configurada para ser usada dentro de uma via respiratória, por exemplo, sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral, e formando parte do sistema mostrado na Fig. 14A.

20 A Fig. 14D é uma vista anatômica da parte de trás da cavidade oral, mostrando a língua e os palatos duro e mole, e mostrando adicionalmente o sistema de força magnética como mostrado na Fig. 14A, no qual as estruturas ferromagnéticas, na língua e no palato mole/úvula, se estendem geralmente simetricamente através da linha central da língua e palato mole e a estrutura magnética usada sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral, inclui ímãs em ambos os lados laterais da cavidade oral, e mostrando, além disso, neste arranjo, as forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

25 A Fig. 15 é um gráfico mostrando como a força magnética é sensível à distância (curva SM) e como a titulação de um campo de força

magnética (curva MM) pode ser reduzida com a sensibilidade da relação da força-distância com um espaço de operação determinado, definido durante funções anatômicas normais de uma língua e palato mole/úvula.

5 As Figs. 16A e 17A são vistas diagramáticas de uma estrutura magnética titulada portada sobre um queixo, ou mandíbula, do lado de fora de uma via respiratória ou sobre dentes em uma via respiratória que interage com uma estrutura ferromagnética implantada em uma língua ou um palato mole/úvula, também mostrando neste arranjo, como as forças de atração magnética foram moderadas pela titulação da sensibilidade da relação força-
10 distância com um espaço de operação determinado, definido durante funções anatômicas normais de uma língua e palato mole/úvula.

As Figs. 16B e 17B são vistas diagramáticas de uma estrutura magnética titulada usada ao redor de um pescoço, do lado de fora da via respiratória, que interage com uma estrutura ferromagnética implantada em
15 uma língua ou um palato mole/úvula, também mostrando neste arranjo como as forças de atração magnética que foram moderadas pela titulação para a sensibilidade da relação força-distância com um espaço de operação determinado, definido durante funções anatômicas normais de uma língua e palato mole/úvula.

20 Figs. 18A e 18B são representações diagramáticas de uma análise de elemento finito mostrando as linhas de fluxo para as estruturas magnéticas tituladas, do tipo mostrado nas Figs. 16A/16B e 17A/17B, demonstrando como as forças de atração magnética foram moderadas pela titulação para a sensibilidade da relação força-distância com um espaço de
25 trabalho determinado, definido durante funções anatômicas normais de uma língua e palato mole/úvula.

A Fig. 19 é uma vista anatômica em seção lateral da via respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando

adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de um tipo
mostrado no Fig. 4A, no qual uma estrutura ferromagnética implantada em
uma região de uma língua inclui material ferromagnético móvel que interage
com uma estrutura magnética portada do lado de fora de uma via respiratória
5 (por exemplo, sobre um queixo e/ou mandíbula), para se opor à ocorrência da
condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua e
palato mole/úvula contra parede faríngea.

As Figs. 20A e 20B são vistas anatômicas em seções laterais
da via respiratória superior de um humano, mostrando as cavidades nasal e
10 oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e
mostrando adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de
um tipo mostrado na Fig. 4B, no qual uma estrutura ferromagnética
implantada em uma região de uma língua inclui material ferromagnético
móvel que interage com uma estrutura magnética portada dentro de uma via
15 respiratória (por exemplo, sobre os dentes dentro de uma cavidade oral), para
se opor à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o
colapso de uma língua e palato mole/úvula contra a parede faríngea.

A Fig. 21A é uma vista anatômica em seção lateral da via
respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral,
20 língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo e pescoço, e mostrando
adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de um tipo
mostrado na Fig. 4A, no qual uma estrutura ferromagnética implantada em
uma região da língua interage com uma estrutura magnética que inclui
material magnético móvel portado do lado de fora de uma via respiratória (por
25 exemplo, sobre um queixo e/ou mandíbula), para se opor à ocorrência da
condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso da língua e
palato mole/úvula contra a parede faríngea.

As Figs. 21B a 21F são vistas em perspectiva de modos de
realização representativos de uma estrutura magnética dimensionada e

configurada para ser usada dentro de uma via respiratória, por exemplo, sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral, que inclui material magnético móvel, formando parte do sistema mostrado na Fig. 21A.

5 A Fig. 22A é uma vista anatômica em seção lateral da via respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de um tipo mostrado na Fig. 5B, no qual uma estrutura ferromagnética implantada em uma região de um palato mole/úvula interage com uma estrutura magnética
10 que inclui material magnético móvel portado dentro da via respiratória (por exemplo, sobre dentes dentro de uma cavidade oral), para se opor à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua e palato mole/úvula contra a parede faríngea.

As Figs. 22B e 22C são vistas em perspectiva de modos de
15 realização representativos de uma estrutura magnética dimensionada e configurada para ser usada dentro de uma via respiratória, por exemplo, sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral, que inclui material magnético móvel, formando parte do sistema mostrado na Fig. 22A.

A Fig. 23A é uma vista anatômica em seção lateral da via
20 respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de um tipo mostrado na Fig. 4A, no qual uma estrutura ferromagnética implantada em uma região de uma língua inclui material ferromagnético móvel que interage
25 com uma estrutura magnética portada do lado de fora de uma via respiratória (por exemplo, sobre um queixo e/ou mandíbula), para se opor à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua e palato mole/úvula contra a parede faríngea.

As Figs. 23B e 23C são vistas em perspectiva de modos de

realização representativos de uma estrutura magnética dimensionada e configurada para ser implantada em uma região de uma língua que inclui material magnético móvel, formando uma parte do sistema mostrado na Fig. 23A.

5 As Figs. 24A, 24B, e 24C são modos de realização representativos diagramáticos de materiais ferromagnéticos móveis de vários formatos e formas que podem formar uma parte dos sistemas mostrados na Fig. 19; Figs. 20A e 20B; Figs. 21A a 21F; Figs. 22A a 22C; ou Figs. 23A a 23C.

10 O Fig. 25 é uma vista anatômica superior da cavidade oral, mostrando a língua e o duto faríngeo, e mostrando adicionalmente uma estrutura ferromagnética implantada em uma língua, na qual a estrutura ferromagnética se estende geralmente assimetricamente apenas sobre um lado lateral da língua, a vista também mostrando uma condição do tecido mostrada
15 na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngeo.

 A Fig. 26A é uma vista anatômica superior da cavidade oral, como aquela mostrada na Fig. 25, na qual a estrutura ferromagnética implantada assimetricamente na língua interage com uma estrutura magnética dentro de uma via respiratória (por exemplo, sobre os dentes, dentro de uma
20 cavidade oral) tendo ímãs sobre ambos os lados laterais da cavidade oral, e mostrando adicionalmente, neste arranjo, as forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngeo.

 Fig. 26B é uma vista anatômica superior da cavidade oral, como aquela mostrada na Fig. 25, na qual a estrutura ferromagnética implantada assimetricamente na língua interage com uma estrutura magnética dentro de uma via respiratória (por exemplo, sobre dentes, dentro de uma
25 cavidade oral) tendo ímãs apenas sobre um lado lateral da cavidade oral oposto à estrutura ferromagnética assimétrica, na língua, e mostrando

adicionalmente, neste arranjo, as forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

5 A Fig. 27 é uma vista anatômica superior da cavidade oral, como aquela mostrada na Fig. 25, na qual a estrutura ferromagnética implantada assimetricamente na língua interage com uma estrutura magnética implantada em uma parede faríngea oposta à estrutura ferromagnética, e mostrando adicionalmente, neste arranjo, as forças de repulsão magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo
10 o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

A Fig. 28 é uma vista anatômica superior da cavidade oral, mostrando a língua e o duto faríngea, e mostrando adicionalmente uma estrutura ferromagnética implantada em uma língua, na qual a estrutura ferromagnética se estende geralmente assimetricamente apenas sobre um lado lateral da língua, e que inclui um apêndice que é livre de um material ferromagnético se estendendo para o lado lateral oposto da língua, a vista também mostrando uma condição de tecido como mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.
15

Fig. 29A é uma vista anatômica superior da cavidade oral, como aquela mostrada na Fig. 28, na qual a estrutura ferromagnética implantada assimetricamente na língua com um apêndice não-ferromagnético interage com uma estrutura magnética dentro de uma via respiratória (por exemplo, sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral) tendo ímãs sobre ambos os lados laterais da cavidade oral, e mostrando adicionalmente, neste
20 arranjo, as forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.
25

Fig. 29B é uma vista superior anatômica da cavidade oral, como aquela mostrada na Fig. 28, na qual a estrutura ferromagnética

implantada assimetricamente na língua com um apêndice não-ferromagnético interage com uma estrutura magnética no interior de uma via respiratória (por exemplo, sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral) que tem imãs apenas sobre um lado lateral da cavidade oral oposto à estrutura ferromagnética assimétrico na língua, e mostrando adicionalmente, neste arranjo, as forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

A Fig. 30 é uma vista anatômica superior da cavidade oral, como aquela mostrada na Fig. 28, na qual a estrutura ferromagnética implantada assimetricamente na língua com um apêndice não-ferromagnético interage com uma estrutura magnética implantada em uma parede faríngea oposta à estrutura ferromagnética, e mostrando adicionalmente, neste arranjo, as forças de repulsão magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

As Figs. 31A e 31B são, respectivamente, uma vista em perspectiva e uma vista de topo de um modo de realização representativo de uma estrutura ferromagnética assimétrica tendo um apêndice não-ferromagnético que inclui uma estrutura não-ferromagnética tipo leme para estabilizar, ainda mais, a estrutura e para mover mais tecido em resposta à interação magnética de uma estrutura magnética no interior, ou do lado de fora da via respiratória, ou ambos.

A Fig. 31C é uma vista anatômica superior da cavidade oral, mostrando a língua e o duto faríngeico, e mostrando adicionalmente a estrutura ferromagnética mostrada nas Figs. 31A e 31B implantada em uma língua, a vista também mostrando uma condição de tecido como mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

Fig. 31D é uma vista anatômica superior da cavidade oral, como aquela mostrada na Fig. 31C, na qual a estrutura ferromagnética

mostrada na Fig. 31C interage com uma estrutura magnética no interior de uma via respiratória (por exemplo, sobre os dentes, dentro de uma cavidade oral) tendo ímãs apenas sobre um lado lateral da cavidade oral oposto à estrutura ferromagnética assimétrica na língua, e mostrando adicionalmente, neste arranjo a forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

As Figs. 32A e 32B são, respectivamente, uma vista em perspectiva e uma vista superior de um modo de realização representativo de uma estrutura magnética tendo regiões de braço opostas, de polaridades magnéticas opostas, e uma estrutura não-magnética tipo leme intermediária para estabilizar, ainda mais, a estrutura e mover mais tecido em resposta à interação magnética de uma estrutura magnética no interior, ou no lado de fora da via respiratória, ou ambos.

A Fig. 33 é uma vista anatômica superior da cavidade oral, mostrando a língua e o duto faríngeo, e mostrando adicionalmente a estrutura ferromagnética mostrada nas Figs. 32A e 32B implantada em uma língua, a vista também mostrando uma condição de tecido como mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

As Figs. 34A e 34B são vistas anatômicas superiores da cavidade oral, como aquela mostrada no Fig. 33, na qual a estrutura ferromagnética mostrada na Fig. 33 interage com a estrutura magnética no interior de uma via respiratória (por exemplo, sobre dentes, dentro de uma cavidade oral) tendo ímãs apenas sobre um lado lateral da cavidade oral, e mostrando adicionalmente, neste arranjo, as forças de atração magnética que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

A Fig. 35 é uma vista anatômica superior da cavidade oral, como aquela mostrada na Fig. 33, na qual a estrutura ferromagnética mostrada

na Fig. 33 interage com uma estrutura magnética implantada em uma parede faríngea oposta à estrutura ferromagnética, e mostrando adicionalmente, neste arranjo, as forças de atração e repulsão magnéticas que se opõem à ocorrência da condição de tecido mostrado na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea.

A Fig. 36 é uma vista anatômica sagital da língua, palato mole/úvula, e parede faríngea, mostrando a resolução de forças F-sep e F-nat para prover uma força F-mag terapêutica ótima que, à noite, se oponha ao colapso da língua contra a parede faríngea, durante o sono, embora não afete a fala, deglutição ou o ato de beber durante atividades normais acordadas ou adormecidas.

A Fig. 37 é uma vista anatômica sagital da língua, palato mole/úvula, e parede faríngea, mostrando a resolução de forças F-sep e F-nat para prover uma força F-mag terapêutica ótima que, à noite, se oponha ao colapso do palato mole/úvula contra a parede faríngea durante o sono, embora não afete a fala, deglutição ou o ato de beber durante atividades normais acordadas ou adormecidas.

A Fig. 38 é um gráfico executando uma estratégia de escalonamento de força de implante.

As Figs. 39A e 39B são vistas anatômicas em seção lateral da via respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando adicionalmente um sistema de força magnética representativo, de um tipo mostrado na Fig. 4C, compreendendo uma estrutura ferromagnética implantada em uma região inferior, mais baixa, de uma língua que interage com uma estrutura magnética portada do lado de fora de uma via respiratória (por exemplo, sobre uma mandíbula), para se opor à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea, a estrutura ferromagnética incluindo (na Fig. 39A) um

conjunto de ancoragem amarrada único e (na Fig. 39B) um conjunto de ancoragem de amarra múltiplo para estabilizar a estrutura ferromagnética na proximidade junto à estrutura magnética externa montada na mandíbula.

5 As Figs. 39C e 39D são vistas anatômicas em seção lateral da via respiratória superior de um ser humano, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, faringe oral, queixo, e pescoço, e mostrando adicionalmente outro sistema de força magnética amarrado representativo, de um tipo mostrado nas Figs. 40A e 40B, compreendendo uma estrutura ferromagnética implantada em uma região mais anterior de uma
10 língua que interage com uma estrutura magnética portada do lado de fora da via respiratória (por exemplo, sobre um queixo), para se opor à ocorrência da condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso de uma língua contra a parede faríngea, a estrutura ferromagnética incluindo (na Fig. 39C) um conjunto de ancoragem amarrada único e (na Fig. 39D) um conjunto de
15 ancoragem de amarra múltiplo para estabilizar a estrutura ferromagnética na proximidade junto à estrutura magnética externa montada no queixo.

A Fig. 39E é uma vista em perspectiva de um conjunto de ancoragem de amarra representativo que inclui uma âncora em forma de guarda-chuva que colapsa para a implantação e se expande, in situ, dentro do
20 local da implantação.

A Fig. 39F é uma vista em perspectiva de um conjunto de ancoragem de amarra representativo é ajustável e que pode ser travado para ajustar e controlar a tração.

25 As Figs. 40A a 40C mostram modos de realização representativos de uma estrutura ferromagnética implantada em uma região anterior, ou caudal anterior, de uma língua, ou no músculo miloióide, na proximidade de estruturas magnéticas externas, por exemplo, uma peça bucal portada dentro da cavidade oral ou um portador externo colocado sobre, ou sob o queixo, ou ao redor do pescoço.

As Figs. 41A e 41B mostram dispositivos que consistem de uma ou mais estruturas ferromagnéticas acopladas a um ou mais componentes elásticos dimensionados e configurados para se curvar sob carga de uma maneira determinada e para recuperar uma forma inicial quando

5

Descrição detalhada.

Esta especificação revela vários implantes magnéticos e dispositivos externos, sistemas, e métodos para o uso de força de atração magnética para manter uma via respiratória desobstruída. Por exemplo, os

10 vários aspectos da invenção têm aplicação em procedimentos exigindo restrição de colapso de tecido no, e/ou, ao redor do corpo, como uma passagem dentro do corpo. Os dispositivos, sistemas, e métodos que incorporam características da invenção também são adaptáveis para uso com dispositivos, sistemas, e métodos que não sejam restritos a aplicações

15 baseadas em tecido.

Os dispositivos, sistemas, e métodos são particularmente bem apropriados para o tratamento da respiração desordenada no sono, incluindo apnéia do sono. Por esta razão, os dispositivos, sistemas, e métodos serão descritos neste contexto. Ainda, deveria ser apreciado que os dispositivos,

20 sistemas, e métodos apresentados são aplicáveis para uso no tratamento de outras deficiências orgânicas em outra parte no corpo, que não sejam, necessariamente, distúrbios relacionados ao sono.

I. A língua e o palato mole

A. Anatomia

25 A Fig. 2 mostra uma vista anatômica da cavidade oral, onde a língua foi puxada para frente. A Fig. 2 mostra a língua e o céu da boca, ou seja, o palato, como descrito previamente e como também mostrado na Fig. 1. A Fig. 2 mostra as duas partes do palato que também foram descritas previamente: a saber, o palato duro (na parte da frente) e o palato mole (na

parte de trás).

O palato duro é limitado na parte dianteira e lateralmente pelos arcos alveolares e pelas gengivas e, na parte traseira pelo palato mole. Uma estrutura densa composta pelo periósteo e pela membrana mucosa da boca recobre o palato duro. O rafe linear situa-se ao longo da mediana do palato duro.

O palato mole é uma dobra móvel, suspensa da borda posterior do palato duro e forma uma linha de divisão incompleta (septo) entre a boca e a faringe. O palato mole compreende uma membrana mucosa que envolve fibras musculares, uma aponeurose, vasos, nervos, tecido adenóide, e glândulas mucosas.

Quando o palato mole está relaxado e pendurado, a superfície anterior é côncava e segue a mesma linha que o céu da boca. A superfície posterior do palato mole é convexa e é uma continuação da membrana mucosa que cobre a parte do fundo das cavidades nasais. O limite superior do palato mole se acopla ao palato duro; os lados tornam-se parte da faringe; e o limite inferior está livre. O limite inferior dependurado, separando a boca e a faringe é conhecido como o véu palatino. No meio do limite inferior, a protuberância cônica carnosa, pequena, é chamada úvula. Os arcos estão encontrados lateral e descendentemente a partir da úvula. Estes arcos são chamados de arco glossopalatino (o arco anterior) e arco faringopalatino (o arco posterior). A aponeurose palatina é uma lamela carregada de fibra firme, fina, que dá suporte aos músculos e torna o palato mole forte.

A língua está localizada sobre o assoalho da cavidade oral. Em seres humanos a língua é um órgão que é submetido a uma grande variedade de movimentos, em parte porque ela está envolvida em uma ampla faixa de atividades, incluindo fala, alimentação e deglutição. Quando um ser humano está acordado, a língua se move normalmente em uma posição para cima e para fora. Quando um ser humano está adormecido, os músculos da língua

relaxam e a língua pode se mover em uma faixa ainda mais ampla de direções. Este movimento pode ocorrer lateralmente, posteriormente, anteriormente, cranialmente, caudalmente, de maneira enrolada, ou quaisquer combinações destes.

5 Durante o processo de comer e engolir, a úvula impede que o alimento entre na nasofaringe e os músculos do palato mole empurram o alimento para baixo, para a faringe. A língua pode se mover conjuntamente com outras estruturas (ou seja, com a língua e a parede faríngeica vindo juntas, ou com a língua e o palato vindo juntos) ou independentemente de outras
10 estruturas (ou seja, movimentação da língua sem movimentação do palato, parede faríngeica, ou epiglote).

B. A Língua/Palato Mole e a Apnéia do Sono

A apnéia de sono ocorre quando a via respiratória se torna obstruída; a hipopnéia ocorre quando a via respiratória está obstruída
15 parcialmente. A apnéia do sono toma muitas formas; o fechamento da via respiratória pode ocorrer em qualquer uma das numerosas estruturas anatômicas ao longo da via respiratória, incluindo qualquer combinação de língua, palato mole, epiglote, e parede faríngeica. Por exemplo, a língua pode colapsar em relação à parede faríngeica, ou ambas, a base da língua e a parede
20 faríngeica podem colapsar ao mesmo tempo. Do mesmo modo, o palato mole/úvula pode colapsar em relação à parede faríngeica e/ou língua, ou ambos, o palato mole/úvula e/ou língua e/ou a parede faríngeica podem colapsar ao mesmo tempo. Desse modo, a apnéia do sono pode ser tratada impedindo-se o colapso da língua, parede faríngeica, palato mole/úvula,
25 independentemente, e/ou um ou mais dentre a base da língua, a parede faríngeica, e/ou o palato mole/úvula, ao mesmo tempo.

A Fig. 1 é uma vista anatômica lateral do sistema da via respiratória superior em um paciente normal, mostrando as cavidades nasal e oral, língua, palato duro, palato mole, orofaringe, queixo e pescoço. A Fig. 3

mostra uma vista anatômica lateral um paciente sofrendo de uma forma de apnéia do sono envolvendo, ao mesmo tempo, a língua, a parede faríngea, e o palato mole/úvula. Como mostrado na Fig. 3, a base de língua, o palato mole, e a úvula encostam contra a parede faríngea, fechando efetivamente a via respiratória. Como resultado pode ocorrer um episódio apneico.

II. SISTEMAS DE FORÇA MAGNÉTICA DE ATRAÇÃO

A. Visão geral

1. Opondo-se ao colapso da língua

(O Sistema de Língua)

10 As Figs. 4A a 4D mostram de maneira diagramática modos de realização representativos de um sistema de força magnética 10a que se opõe, pelo menos parcialmente, à condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso da língua contra a parede faríngea. Este sistema 10a, em seus vários modos de realização, será chamado abreviadamente o Sistema de Língua. O Sistema de língua 10a inclui uma estrutura magnética 12 e uma estrutura magnética 14 para criar uma força magnética de atração entre as duas estruturas, que mantenha a língua em uma posição espaçada para longe da parede faríngea posterior, como as Figs. 4A, 4B, 4C, e 4D, mostram. O campo de força magnética se opõe ao movimento da língua para frente, durante o sono, mantendo a via respiratória aberta. É evitado um episódio apneico.

25 Nos modos de realização representativos mostrados nas Figs. 4A e 4B, a estrutura magnética 12 está posicionada em ou sobre a língua. Mais especificamente, a estrutura magnética 12 pode ser posicionada tanto na região da parte de trás, quanto na parte da frente da língua. Na Fig. 4A, a estrutura magnética 14, com a qual a estrutura magnética 12 interage, está posicionada do lado de fora da via respiratória (por exemplo, sobre o queixo), enquanto na Fig. 4B, a estrutura magnética 14 está posicionada dentro da via respiratória (por exemplo, na cavidade oral).

Nos modos de realização representativos mostrados nas Figs. 4C e 4D, a estrutura magnética 12 está posicionada na área geral entre a mandíbula e o osso hióide, ou, em ou sobre os músculos hióides (por exemplo, uns ou mais dos músculos supraióideos, como os músculos miloióideos, músculos genioióideos, ou os músculos estiloióideos, ou os músculos digástricos), ou sob a pele. Na Fig. 4C, a estrutura magnética 14, com a qual a estrutura magnética 12 interage, está posicionada do lado de fora da via respiratória (por exemplo, sobre o queixo), enquanto que na Fig: 4D, a estrutura magnética 14 está posicionada dentro da via respiratória (por exemplo, na cavidade oral).

2. Opondo-se ao colapso do palato mole

(O Sistema de Palato Mole)

As Figs. 5A e 5B mostram de maneira diagramática modos de realização representativos de um sistema de força magnética 10b que se opõe, pelo menos parcialmente, à condição de tecido mostrada na Fig. 3, envolvendo o colapso do palato mole/úvula contra a parede faríngea. Este sistema 10b, em seus vários modos de realização, será chamado abreviadamente o Sistema de Palato Mole. O Sistema de Palato Mole 10b inclui uma estrutura magnética 12 e uma estrutura magnética 14 para criar um campo de força magnética, que mantenha o palato mole/úvula em uma posição espaçada para longe da parede faríngea posterior, como as Figs. 5A e 5B mostram. O campo de força magnética se opõe à movimentação para frente do palato mole/úvula durante o sono, mantendo a via respiratória aberta e evitando um episódio apneico.

Nos modos de realização representativos mostrados nas Figs. 5A e 5B, a estrutura magnética 12 está posicionada em ou sobre o palato mole/úvula. Na Fig. 5A, a estrutura magnética 14, com a qual a estrutura magnética 12 interage, está posicionada do lado de fora da via respiratória (por exemplo, sobre o queixo), enquanto que na Fig. 5B, a estrutura

magnética 14 está posicionada dentro da via respiratória (por exemplo, na cavidade oral).

3. Opondo-se ao colapso da língua e palato mole

(O Sistema Combinado)

5 As Figs. 6A e 6B mostram de maneira diagramática modos de
realização representativos de um sistema de força magnética 10c que se opõe,
pelo menos parcialmente, à condição de tecido mostrada na Fig. 3,
envolvendo o colapso da língua e do palato mole/úvula contra a parede
faríngea. Este sistema 10c, em seus vários modos de realização, será
10 chamado abreviadamente o Sistema Combinado. O Sistema Combinado 10c
inclui duas estruturas magnéticas 12a e 12b e uma estrutura magnética 14 para
criar uma força magnética entre as duas, que mantenha a língua e o palato
mole/úvula em uma posição espaçada para longe da parede faríngea
posterior, como as Figs. 6A e 6B mostram. O campo de força magnética se
15 opõe à movimentação para frente de ambos, a língua e o palato mole/úvula,
durante o sono, mantendo a via respiratória aberta. É evitado um episódio
apneico.

Nos modos de realização representativos mostrados nas Figs.
6A e 6B, a estrutura magnética 12a está posicionada em ou sobre o palato
20 mole/úvula e a estrutura magnética 12b está posicionada em ou sobre a parte
de trás (traseira) da língua. Na Fig. 6A, a estrutura magnética 14, com a qual
as estruturas magnéticas 12a e 12b interagem, está posicionada do lado de
fora da via respiratória (por exemplo, sobre o queixo), enquanto que na Fig.
6B, a estrutura magnética 14 está posicionada dentro da via respiratória (por
25 exemplo, na cavidade oral). Deveria ser apreciado que a estrutura magnética
12b pode, alternativamente, ser posicionada na área geral entre a mandíbula e
o osso hióide, ou em ou sobre os músculos (por exemplo, miloióideo,
genioióideo, ou digástrico), ou sob a pele, da maneira mostrada em linhas
fantasmas nas Figs. 6A e 6B, na maneira mostrada previamente nas Figs. 4C e

4D.

B. Colocação das estruturas ferromagnéticas

Os sistemas de força magnética 10a, 10b, e 10c podem ser
 5 construídos variadamente. Nos arranjos ilustrados, todos os sistemas de força
 10a, 10b, e 10c incluem em sua forma mais básica as duas estruturas 12 e 14.
 Uma estrutura 12 é colocada em ou sobre o tecido que é relativamente móvel
 e sujeito ao colapso, se não restringido de fazê-lo. A outro estrutura 14 é
 colocada em ou sobre o tecido que é, falando-se de modo relativo, imóvel, em
 relação à direção de colapso.

10 As estruturas 12 e 14 compreendem materiais ferromagnéticos.
 Os materiais ferromagnéticos das estruturas 12 e 14 são dimensionados,
 selecionados, e arranjados para interagir magneticamente desenvolvendo-se,
 entre as estruturas 12 e 14, uma força magnética. A força magnética inclui
 pelo menos um vetor, ou componente, que atrai magneticamente a estrutura
 15 12 em ou sobre o tecido móvel em direção à estrutura 14 ou em ou sobre o
 tecido relativamente imóvel. A movimentação para frente, ou outra
 movimentação que poderia levar a uma obstrução apneica, ou hipopnéica, ou
 ao estreitamento do tecido relativamente móvel são, desse modo, resistidos.

1. A primeira estrutura

20 A primeira estrutura 12 é colocada internamente em ou sobre o
 tecido relativamente móvel na via respiratória alvo, para tratamento. No
 Sistema de Língua 10a (Figs. 4A a 4D), o tecido alvo é tecido da língua e, em
 particular, tecido que esteja na, ou perto da parte posterior (base) da língua
 através da parede faríngea (Figs. 4A e 4B), ou na área geral entre a
 25 mandíbula e o osso hióide, ou em ou sobre os músculos (por exemplo,
 miloióideo, genioióideo, ou digástrico), ou sob a pele (Figs. 4C e 4D). No
 Sistema de Palato Mole 10b (Figs. 5A e 5B) o tecido alvo é o palato
 mole/úvula através da via respiratória a partir da parede faríngea. No Sistema
 Combinado 10c (Figs. 6A. e 6B), o tecido alvo é tanto tecido da língua (ou,

obstruindo a via respiratória, mostrada na Fig. 3. Como as Figs. 4A a 4D, 5A e 5B, e 6A e 6B mostram, a força magnética entre a primeira e a segunda estruturas ferromagnéticas 12 e a estrutura ferromagnética 14 trabalham para manter a via respiratória aberta (ou seja, desobstruída), durante o sono.

5 Devido à sua colocação, a estrutura ferromagnética 14 desejavelmente é dimensionada e configurada para ser removível, de modo que possa ser colocada temporariamente para associação com a estrutura ferromagnética mais permanente 12 e, depois disso, removida da associação quando desejado. Desse modo, a estrutura ferromagnética 14 pode ser
10 colocada para associação com a estrutura ferromagnética interna 12 quando a presença do campo de força magnético for desejada, por exemplo, durante o sono, e pode ser removida em outras vezes. Uma estrutura removível 14 também tem a vantagem de ser fácil e precisamente titulada (ou seja, aumentar ou diminuir a força para otimizar o desempenho do sistema). Esta
15 titulação poderia ser realizada pela troca de materiais ferromagnéticos diferentes de várias resistências, por um clínico, ou pelo usuário, e/ou pelo ajuste da posição ou distância relativa da estrutura removível 14 em relação à estrutura interna 12.

a. Colocação externa

20 Nas Figs. 4A, 4C, 5A, e 6A, a segunda estrutura 14 está mostrada colocada sobre o tecido relativamente imóvel, externamente, do lado de fora da via respiratória. Mais particularmente, nas Figs 4A, 4C, 5A, e 6A, a segunda estrutura 14 está mostrada colocada externamente, sobre, ou sob o queixo ou mandíbula inferior. São possíveis vários modos de colocar a
25 estrutura 14 nesta posição.

Por exemplo, como mostrado na Fig. 7A, a estrutura ferromagnética externa 14 pode ser moldada, dimensionada e configurada como um portador 28 que possa ser preso ao nível da junta mandibular por, por exemplo, um aparelho externo que inclua uma tira que se ajuste sobre a

cabeça. Como será descrito mais tarde em maior detalhe, o portador 28 inclui um arranjo de um ou mais materiais ferromagnéticos posicionados e arranjados para atrair os materiais ferromagnéticos na estrutura interna 12 posicionada em ou sobre a língua, o palato mole/úvula, ou em ambos.

5 Alternativamente, como mostra a Fig. 7B, o portador 28 da estrutura ferromagnética externa 14 pode ser moldado para incluir um copo que se ajuste sobre o queixo, para adicionar, ainda mais, estabilidade e conforto. Neste arranjo, a tira do aparelho externo 32 se acopla ao portador 28 ao nível da junta mandibular, bem como, do copo de queixo 34, ajudando a
10 imobilizar a posição do aparelho externo.

Como mostra a Fig. 7C, o portador 28 pode ser moldado, dimensionado, e configurado como um copo de queixo 34 que inclua uma extensão, que se estenda por uma distância medida mínima (por exemplo, pelo menos 4cm) sob o queixo, debaixo da língua. Neste arranjo, a extensão
15 porta pelo menos um material ferromagnético 26, que interage com os materiais ferromagnéticos na estrutura interna 12 posicionada em ou sobre a língua. Neste modo de realização a tira 32 do aparelho externo pode se ajustar sobre a cabeça e acoplar a ambos, o copo de queixo e sua extensão sob o
20 terapêutico for atingir, principalmente, a oposição à movimentação para frente, da língua.

Em um arranjo alternativo, a segunda estrutura 14 pode ser colocada em torno do pescoço. Como mostrado na Fig. 8A, a segunda estrutura 14 compreende um portador, 28 que inclui um arranjo de um ou
25 mais materiais ferromagnéticos 26. O portador 28 inclui um anel de pescoço 38, que serve para posicionar e orientar os materiais ferromagnéticos 18 para atrair os materiais ferromagnéticos na estrutura interna 12 posicionada em ou sobre a língua, o palato mole/úvula, ou ambos.

No modo de realização mostrado na Fig. 8B, uma parte de trás

do anel de pescoço que se ajusta sob o queixo é mais alta do que a parte da frente que se ajusta sob a parte traseira da cabeça. Esta configuração levanta o nível do queixo e serve para estender a pescoço, inclinando cabeça para trás e levantando o queixo. O modo de realização mostrado na Fig. 8B imita a
5 extensão de pescoço realizada durante o CPR. A extensão pode adicionar um realce mecânico ao campo de força magnética, ajudando a manter ou abrir, ainda mais, a via respiratória.

Os benefícios de usar dispositivos magnéticos externos incluem: (1) poder usar ímãs maiores e mais fortes do que aqueles que
10 poderiam ser implantados ou fixados a um dispositivo usado na boca (como será descrito mais tarde em maior detalhe); (2) os dispositivos externos são removidos facilmente, de modo que a força despachada precisa apenas ser experimentada quando o paciente deseja dormir, e não durante a alimentação, ou fala, minimizando, desse modo, o efeito da força magnética nestas
15 atividades; e (3) sem exigir intervenção cirúrgica, a quantidade e direção das forças magnéticas podem ser mudadas. Isto é conseguido trocando-se tipos e tamanhos do ímã e mudando-se a localização dos ímãs dentro do dispositivo externo.

b. Colocação interna

20 Alternativamente, a segunda estrutura 14 pode ser colocada em ou sobre tecido relativamente imóvel, internamente, no interior da via respiratória, por exemplo, dentro de uma cavidade oral na proximidade da primeira estrutura 12 (em que está, desejavelmente, colocada em ou sobre uma língua e/ou palato mole/úvula). Por exemplo, (como mostram as Figs.
25 9A, 9B, 9C, 9D, e 9E), a segunda estrutura 14 pode ser moldada, dimensionada e configurada para ser ajustada dentro da boca em várias posições ao longo da borda interna, ou externa, dos dentes inferiores, ou cobrindo o topo dos dentes inferiores ou superiores, a segunda estrutura também compreendendo materiais magnéticos que são alinhados geralmente

com, sobre o topo, ou debaixo da língua. A estrutura poderia também, a princípio, ser colocada sobre os dentes superiores.

Por exemplo, na Fig. 9A, a segunda estrutura ferromagnética 14 compreende um portador 28 que toma a forma de uma peça bucal 40 que se ajusta ao longo da borda interna dos dentes inferiores. Um arranjo de um ou mais materiais ferromagnéticos 26 é portado pelo portador 28, como será descrito mais tarde em maior detalhe. No modo de realização ilustrado, a peça bucal 40 se acopla aos dentes inferiores de uma maneira apropriada, por exemplo, com os ganchos 42, como mostrado.

A Fig. 9B mostra um arranjo alternativo. Neste arranjo, a segunda estrutura ferromagnética 14 compreende um portador 28 que toma a forma de uma peça bucal 40 que se ajusta ao longo da borda externa dos dentes inferiores de uma maneira apropriada, por exemplo, os dois ganchos 42, como mostrado. Um arranjo de um ou mais materiais ferromagnéticos 26 é portado pelo portador 28, como será descrito mais tarde em maior detalhe.

A Fig. 9C mostra outro arranjo alternativo. Neste arranjo, a segunda estrutura ferromagnética 14 compreende um portador 28 que toma a forma de uma peça bucal 40 que é pré-formada por moldagem para se ajustar e cobrir os dentes inferiores. Um arranjo de um ou mais materiais ferromagnéticos 26 é portado pelo portador 28, como será descrito mais tarde em maior detalhe.

As Figs. 9D e 9E são outros modos de realização alternativos da peça bucal 40, do tipo mostrado na Fig. 9C, que se ajusta sobre os dentes inferiores. Nas Figs. 9D e 9E, a peça bucal 40 inclui uma ou mais protuberâncias 43 que se estendem medialmente, a partir dos dentes, para a cavidade oral. Na Fig. 9D, a uma ou mais protuberâncias se estende sobre a língua. Na Fig. 9E, a uma ou mais protuberâncias 43' se estende debaixo da língua. As protuberâncias portam um arranjo de um ou mais materiais ferromagnéticos 26. Desta maneira, os materiais ferromagnéticos 26 podem

ser colocados em alinhamento superior 10 (Fig, 9D), ou alinhamento inferior (Fig. 9E) aproximados, com os materiais ferromagnéticos 26 na primeira estrutura 12 na língua, e/ou em alinhamento inferior aproximado com os materiais ferromagnéticos 26 na primeira estrutura 12 no palato mole/úvula.

5 Modos de realização alternativos das peças bucais 40 mostrados nas Figs. 9A a 9D também são imaginados, onde o portador 28 se ajusta sobre os dentes superiores.

A configuração e colocação das várias peças bucais 40 nas Figs. 9A, 9B, 9C, 9D, e 9E localizam fisicamente os materiais ferromagnéticos 26 da segunda estrutura ferromagnética 14 em proximidade relativamente junta a uma estrutura ferromagnética 12 colocada em ou sobre a língua e/ou palato mole/úvula. A proximidade aumenta o valor do campo magnético dentro da via respiratória, necessário para conseguir o efeito terapêutico desejado. Desse modo, a proximidade torna possível o uso de materiais ferromagnéticos relativamente menores em ambas as estruturas 12 e 14, quando comparadas a uma segunda estrutura magnética externa em um anel, aparelho externo, ou outra localização.

C. Configuração das estruturas ferromagnéticas

Como visto na Fig. 10, em sua forma mais básica, cada uma das estruturas magnéticas 12 e 14 do sistema de força magnética 10 compreende pelo menos um material ferromagnético. O material ferromagnético(s) da estrutura magnética 12 será identificado pelo número de referência 16, o material ferromagnético(s) para a estrutura magnética 14 será identificado pelo número de referência 18. Os materiais ferromagnéticos 16 da primeira estrutura 12 são colocados em ou sobre as regiões alvo de tecido (língua e/ou palato mole/úvula). Os materiais ferromagnéticos 18 da estrutura 14 são colocados sob o queixo, a mandíbula inferior, ao longo da borda interna ou externa dos dentes inferiores, ou sobre o topo dos dentes inferiores, ao longo da borda interna ou externar dos dentes superiores, ou debaixo dos

dentes superiores. Os materiais ferromagnéticos 16 e 18 das estruturas magnéticas 12 e 14, formando os sistemas de força 10a, 10b, e 10c são colocados para interagir magneticamente e estabilizar a língua e/ou palato mole/úvula, se opondo, desse modo ao colapso do tecido na via respiratória entre a língua e/ou palato mole/úvula e a parede faríngea, durante o sono.

1. Orientação de pólos magnéticos

Cada material ferromagnético 16 e 18 pode compreender um ímã permanente. Um ímã permanente é caracterizado como um material que apresenta resistência às forças de desmagnetização externas uma vez magnetizado. Ou seja, é necessário um campo magnético externo alto de modo a remover o magnetismo residual de um ímã permanente. Dito diferentemente, um ímã permanente tem coercividade intrínseca muito alta, que é uma medida de sua resistência à desmagnetização.

Um ímã permanente possui pólos de polaridade opostas. Os pólos são regiões de um ímã (geralmente nas extremidades dos ímãs) onde o campo magnético externo é mais forte. Em relação aos pólos magnéticos da Terra, se o ímã estiver livre para girar, um pólo apontará para o Pólo Norte magnético da Terra e, por isso, é chamado pólo norte do ímã, que está indicado por N nos desenhos ou, chamado de outra maneira, um Pólo-N. O pólo oposto é chamado de um pólo sul do ímã, indicado por S nos desenhos ou, chamado de outra maneira, um Pólo-S.

De acordo com leis físicas, pólos de polaridades iguais (N-N ou S-S) se repelem mutuamente com uma força magnética. Inversamente, pólos de polaridades diferentes (N-S ou S-N) se atraem mutuamente com uma força magnética. Portanto, as estruturas 12 e 14, incorporando ímãs permanentes, se repelirão mutuamente quando pólos iguais das estruturas 12 e 14 (N-N ou S-S) são orientados para um estar frente ao outro e, do mesmo modo, se atrairão quando pólos opostos das estruturas 12 e 14 (N-S ou S-N) estiverem orientados para se confrontar. O valor da força de atração ou

repulsão magnética depende da força dos imãs e da distância entre os pólos.

Exemplos de materiais de imã permanente conhecidos incluem ligas de Neodímio-Ferro-Boro (NdFeB), ligas de Alumínio-Níquel-Cobalto (AlNiCo), e Samário-Cobalto (SmCo). Um eletroímã (corrente fluindo através de uma bobina de arame) pode ser substituído por um imã permanente.

Nos sistemas de força magnética 10a, 10b, e 10c mostrados respectivamente nas Figs. 4A a 4D, 5A e 5B, e 6A e 6B, os materiais magnéticos 16 e 18 estão orientados de modo que pólos opostos (N-S ou S-N), de modo geral, se faceiam mutuamente através do maxilar inferior, ou através do tecido da língua. Por isso, as primeiras e segundas estruturas magnéticas 12 e 14 são referidas como tendo polaridades opostas. As estruturas 12 e 14 interagirão magneticamente pela geração de uma força magnética entre elas. Geralmente, a natureza da força magnética será chamada abreviadamente, para finalidade de descrição, uma força magnética de "atração", devido ela envolver uma interação entre pólos magnéticos de polaridades diferentes. Entretanto, deveria ser apreciado que a força magnética gerada entre as estruturas 12 e 14 pode incluir uma força de torque (ou seja, uma força, ou um momento de uma força, que tenda a girar a estrutura interna 12 no tecido mais móvel da língua, e/ou palato mole/úvula, ao redor de um eixo), e/ou uma força descentralizante (ou seja, uma força em uma direção essencialmente lateral, ou lado-a-lado, que tenda a deslocar a estrutura interna 12 na língua, e/ou palato mole/úvula, para a esquerda ou direita, dependendo, novamente, da região alvo de tecido móvel), ou de uma combinação de duas ou mais forças descentralizantes de atração, torque. Coletivamente, uma ou mais destas forças magnéticas pode impedir a língua, e/ou o palato mole (dependendo da região alvo de tecido móvel), de se mover em uma direção posterior e fechar, obstruir, ou restringir o duto faríngeo, ou via respiratória. Uma das vantagens predominantes dos sistemas de atração é sua capacidade de diminuir ou eliminar forças descentralizantes e de torque,

significativas e problemáticas, vistas em sistemas magnéticos de repulsão, no tratamento de OSA.

Deveria ser apreciado que a estrutura 12, na região alvo de tecido mais móvel, pode incluir um material ferromagnético 16, ele próprio não magnetizado, mas que, não obstante, é atraído para um material ferromagnético 18 sobre a estrutura 14 na região de tecido alvo menos móvel, que é magnetizada. Conseqüentemente, o(s) material(ais) ferromagnético(s) 16 da estrutura 12 pode(m) compreender um material não-magnetizado, por exemplo, uma placa ferrosa, sobre a qual, o material ferromagnético magnetizado 18 da estrutura 14, exerce uma força magnética de atração. O termo material "ferromagnético", como usado nesta especificação, por conseguinte, não está limitado necessariamente a um objeto que exiba propriedades magnéticas (ou seja, um objeto que esteja magnetizado), mas abrange igualmente um objeto feito de um material que, ele próprio, não está magnetizado, mas que é atraído para outro objeto que esteja magnetizado.

2. Estruturas magnéticas

Como descrito previamente em termos gerais, o material ferromagnético 16 da primeira estrutura 12 pode ser magnetizado ou não-magnetizado. Entretanto, desejavelmente, é magnetizado permanentemente e conseqüentemente será descrito como "magnético". O material magnético 16 é colocado dentro ou sobre do tecido, na via respiratória. O termo colocado "dentro ou sobre" pretende significar que o material magnético 15 pode ser colocado sobre a superfície do tecido, ou implantado dentro do tecido. Para longevidade e conforto, o material 16 é desejavelmente implantado dentro do tecido. Nos modos de realização ilustrados, o tecido alvo pode compreender uma região de língua, uma região de palato mole/úvula, ou ambas.

Como descrito previamente de modo geral, o material ferromagnético 18 da segunda estrutura 14 também é desejavelmente magnetizado permanentemente e, conseqüentemente, será descrito como

"magnético". O material magnético 18 é colocado externamente à via respiratória sob o queixo ou maxilar inferior, ou internamente, dentro da via respiratória, ao longo da borda interna ou externa dos dentes inferiores, sobre o topo dos dentes, ou sobre, ou debaixo, da língua. Como descrito
5 previamente, quando localizado externamente, o material magnético 18 é desejavelmente suportado ou portado em uma faixa de queixo ou anel de pescoço ajustado individualmente. Quando localizado internamente, o material magnético 18 é suportado ou portado desejavelmente dentro uma
10 peça bucal oral ajustada aos dentes inferiores. Desta maneira, o material magnético 18 pode ser localizado externamente sob o maxilar inferior, ou internamente ao longo da borda interna ou externa dos dentes inferiores, sobre o topo dos dentes inferiores, sobre ou debaixo da língua, para interagir magneticamente com o material 16 colocado sobre, ou implantado dentro do tecido em uma região da língua, uma região do palato mole/úvula, ou em
15 ambas.

Cada um dos materiais magnéticos permanentes 16 e 18 pode ser configurado de várias maneiras e tomar várias formas, por exemplo, cilíndrico, quadrado, retangular, ou outros polígonos. Um dado material magnético 16 ou 18, de um dado componente interno, implante 12, ou
20 componente externo 14, pode compreender uma fonte única, ou discreta, de magnetismo, tendo uma dada orientação polar desejada. Por exemplo, um dado material magnético 16 ou 18 pode compreender um único ímã permanente, como mostrado na Fig. 10. Também podem ser usados ímãs permanentes ligados. Ímãs ligados podem ser flexíveis ou rígidos, e consistem
25 de materiais de ímã permanente pulverizados, NdFeB, Ferrita, ou SmCo, ligados em um substrato flexível ou rígido, por exemplo, de borracha de nitrilo, polietileno, epóxi, cloreto de polivinila, silicone, borracha, ou náilon. A moldagem do ímã ligado pode ser realizada por extrusão, moldagem por compressão, moldagem por injeção, calandragem, ou impressão. Ímãs ligados

permitem projetos flexíveis únicos, e formas duráveis de tolerância elevada que, de outra maneira, seriam difíceis de conseguir.

Alternativamente, uma pluralidade de material magnético permanente 16 ou 18 pode ser posicionada para colocação como um arranjo 22, portado como uma unidade, sobre um portador de suporte 24, ou ligada diretamente, de outra maneira, em conjunto, como mostrado na Fig. 11. O portador 24 pode compreender, por exemplo, uma estrutura tecida, formada, ou moldada, feita, por exemplo, de um polímero, ou uma fibra, ou um tecido, ou um material metálico não-ferroso. Como os próprios materiais magnéticos 16/18, os arranjos 22 podem ser de formas variadas, dimensionados e configurado para implantação na região de tecido pretendida (para a primeira estrutura 12) ou para a colocação em associação com o tecido externo ou interno (para a segunda estrutura 14).

No arranjo mostrado em Fig. 11, os materiais magnéticos 16/18 estão colocados sobre o portador 24 com os pólos N e S geralmente voltados na mesma direção. Na Fig. 11, a orientação do pólo-N está mostrada pelas setas, e o pólo-S está, conseqüentemente, orientado em uma direção oposta. Desta maneira, um arranjo 22 de ímãs permanentes iguais 16/18 tendo a orientação magnética relativamente similar (ou seja, polaridade) pode ser montado para orientação, como uma unidade, sobre o portador 24.

No que diz respeito à primeira estrutura 12, uma pluralidade de materiais magnéticos permanentes 16 (ou materiais não-magnetizados que sejam atraídos para um material magnético) pode ser incorporada dentro de um arranjo flexível ou conformável 22 e portado como uma unidade em um portador de suporte 24 (como mostrado na Fig. 11) para implantação no tecido. No que diz respeito à segunda estrutura 14 (os arranjos mostrados nas Figs. 7A a 7C; Figs. 8A e 8B; e Figs. 9A a 9E), uma pluralidade de materiais magnéticos permanentes 18 pode ser incorporada em um arranjo mais rígido 26, portado como uma unidade, sobre um portador de suporte 28. O portador

de suporte 28 pode ser associado individualmente com o aparelho externo para estabilizar sua colocação sobre, ou sob o queixo (Figs. 7A a 7C), com uma peça de pescoço para estabilizar sua colocação ao redor de um pescoço (Figs. 8A e 8B), ou com uma peça bucal para estabilizar sua colocação dentro de uma cavidade oral (Figs. 9A a 9E). Como os próprios materiais magnéticos 16/18, o arranjo 26 pode ser moldado, dimensionado e configurado variadamente.

Em um ou outro arranjo (individualmente, como mostrado na Fig. 10, ou em um arranjo, como mostrado na Fig. 11), o(s) material(ais) magnético(s) 16 ou 18 é/são desejavelmente revestidos, folheados, encapsulados, ou depositados antes da colocação dentro, ou sobre o tecido, ou colocação no respectivo dispositivo de estabilização (aparelho externo, peça de pescoço, ou peça bucal) com um material protetor selecionado 20 ou 30, respectivamente. O material protetor 20/30 é selecionado para prover uma interface biocompatível e resistente à corrosão, para impedir interação entre o material magnético 16/18 e tecidos, ou fluidos, do corpo. O material protetor 20/30 também é desejavelmente selecionado para formar uma interface de tecido durável para prover longevidade ao componente de sistema e, desse modo, prover resistência à fadiga e/ou falha estrutural.

Selecionado para prover estes benefícios fisiológicos e físicos desejados, o material protetor 20 e sua aplicação ao material 16 também é desejavelmente selecionado para evitar transmitir rigidez adicional à própria estrutura 12 para complementar sua colocação preferida pela implantação no tecido. Entretanto, em relação à estrutura 14 (que, desejavelmente, não se pretende que seja implantada), o material protetor 30 usado sobre o material 18 pode ser, e é desejavelmente selecionado, de modo que adicione rigidez à estrutura 14, para maximizar a atração entre uma estrutura relativamente flexível 12 e uma estrutura relativamente imóvel e menos flexível 14. Quanto mais eficiente a atração entre os materiais 18 e 16, menor o tamanho dos

materiais ferromagnéticos 16 e 18 e, desse modo, mais leves e mais confortáveis podem ser as estruturas 12 e 14.

O material protetor 20/30 pode ser selecionado entre vários tipos de materiais conhecidos para prover a biocompatibilidade, resistência à corrosão e durabilidade desejadas. Por exemplo, o material protetor 20/30 pode compreender titânio ou outro material de metal folheado, depositado, ou revestido de outra maneira sobre o material magnético 16/18. Como outro exemplo, o material protetor 20/30 pode compreender um revestimento de parylene. Como outros exemplos, o material protetor 20/30 pode compreender um polímero de silicone, uma epóxi não-tóxica, um poliuretano de classe médica, ou um copolímero acrílico médico curável por U.V. Os materiais protetores também podem incorporar anticoagulantes e/ou antibióticos e/ou promotores de crescimento de tecido.

D. Sistemas representativos de estruturas magnéticas

1. O Sistema de Língua

A Fig. 12A mostra um Sistema de Língua representativo 10a, do tipo mostrado na Fig. 4A. O sistema 10a compreende materiais ferromagnéticos 16 e 18, arranjados em uma orientação de atração relativamente similar, como descrito previamente. Na Fig. 12A, o Sistema de Língua 10a inclui um primeiro implante magnético 12 compreendendo um primeiro arranjo magnético 22 de um tipo mostrado na Fig. 11, dimensionado e configurado para implantação na língua. O Sistema de Língua 10a também inclui um segundo componente magnético 14 compreendendo um segundo arranjo magnético 26 igualmente de um tipo mostrado na Fig. 11, mas incorporado adicionalmente para uma orientação sob o queixo, de um tipo mostrado na Fig. 7C.

Como mostrado na Fig. 12B, o arranjo 22 da primeira estrutura 12 compreende um portador 24, sobre o qual o arranjo 22 de material(ais) ferromagnético 16 (compreendendo desejavelmente um ou mais ímãs

permanentes) é arranjado. Como as Figs. 12A e 12B mostram, o portador 24 é moldado ao longo de um eixo longitudinal para ter um comprimento que seja mais longo do que sua largura. O arranjo moldado longitudinalmente é dimensionado e configurado para ser implantado ao longo do eixo, da parte anterior para a posterior da língua e via respiratória, respectivamente. Como
5 mostrado nas Figs. 12A e 12B, o eixo longitudinal do arranjo 22 se estende ao longo da rafe da língua.

Como mostrado na Fig. 12C, o arranjo 26 da segunda estrutura 14 compreende um portador 28, sobre o qual o arranjo 26 de materiais magnéticos 18 (também ímãs permanentes) é arranjado. O portador 28
10 compreende o copo de queixo mostrado na Fig. 7C. Na Fig. 12C, o arranjo 26 é em forma de ferradura (embora muitos outros arranjos sejam imaginados). O arranjo em forma de ferradura 26 é colocado sob o queixo e a mandíbula inferior. Pode ser apreciado que uma orientação relativamente similar, ou
15 igual, dos materiais magnéticos 18 pode ser conseguida colocando-se o arranjo 26 em associação com uma peça de pescoço (como mostrado nas Figs. 8A e 8B) ou colocando-se o arranjo em associação com uma peça bucal usada dentro da cavidade oral (como mostrado nas Figs, 9A a 9E).

Como mostrado na Fig. 12C, o arranjo de materiais magnéticos 18, em forma de ferradura, segue toda a anatomia curva da
20 cavidade oral, a partir da parte posterior para a anterior. O arranjo compreende regiões magnéticas posteriores 18a (localizadas sobre lados opostos da língua), uma região magnética anterior 18c (localizada ao longo da região anterior curva da cavidade oral), e uma região magnética média 18b
25 (localizada entre as regiões anterior e posterior da cavidade oral sobre lados opostos da língua). A Fig. 12D mostra um modo de realização alternativo para o arranjo em forma de ferradura. Neste modo de realização, ambos os materiais magnéticos 18 estão colocados sob o queixo 18a, 18b, e 18c, e adjacente ao queixo 18d.

Quando implantado, como mostra a Fig. 12E, pólos de material magnético 16 do primeiro implante 12 são orientados para se alinhar geralmente com os pólos opostos do material magnético 18 do componente externo 14 através da via respiratória, ou seja, pólos N-S ou S-N são alinhados geralmente através da mandíbula inferior, ou através do tecido da língua, no caso do arranjo de peça bucal. Como resultado, o componente magnético externo 14 interage atraindo o implante de língua magnético 12 (como indicado pelas setas confrontantes A, na Fig. 12E). Devido às forças de atração A entre o implante 12 e a estrutura 14, o tecido da língua não pode colapsar contra o duto faríngeo durante o sono e, desse modo, a via respiratória permanece desobstruída. Entretanto, quando um paciente está acordado, as forças podem ser superadas pela deglutição, fala, tosse, espirro, etc. Alternativamente, os imãs externos 18 podem ser posicionados e usados apenas para a finalidade de dormir permitindo forças maiores, mais terapêuticas durante o sono, que são facilmente removidas para permitir as funções de deglutição e fala normais, durante as horas do dia.

Em um arranjo alternativo, como mostrado na Fig. 12F, o arranjo dos materiais magnéticos 18 não segue simetricamente toda a anatomia curva da cavidade oral a partir da parte posterior para a anterior. Em vez disso, o arranjo compreende uma região magnética posterior 18a, uma região magnética anterior 18c, e uma região magnética média 18b ao longo, assimetricamente, apenas de um lado da língua. Neste arranjo, em resposta às forças magnéticas de atração entre o implante 12, implantado na língua, e a estrutura magnética de lado único 14 portada pelo queixo, pescoço, ou dentes, a via respiratória sobre o lado da língua mais afastado dos imãs 18, se abrirá. Esse lado da língua não colapsará contra a parede faríngea e episódios apneicos serão impedidos.

Em ainda outro arranjo alternativo, como mostrado nas Figs. 12G e 12H, o implante de língua 12' está alinhado em arranjo paralelo em

relação ao componente estrutural/externo da peça bucal 14. A força magnética de atração entre o implante de língua 12' e o componente externo empurra a língua para uma direção anterior. Este modo de realização particular pode ser capaz de gerar mais força do que os modos de realização precedentes devido à distância mais curta entre o implante de língua e a estrutura da peça bucal.

2. O Sistema de Palato Mole

A Fig. 13A mostra um Sistema de Palato Mole representativo 10b, do tipo mostrado na Fig. 5B. O sistema 10b compreende os materiais ferromagnéticos 16 e 18 arranjados em uma orientação de atração, como descrito previamente. Na Fig. 13A, o Sistema de Palato Mole 10b inclui um primeiro implante magnético 12 compreendendo um primeiro arranjo magnético 22, de um tipo mostrado na Fig. 11, dimensionado e configurado para implantação no palato mole. O Sistema de Palato Mole também inclui um segundo componente magnético 14 compreendendo um segundo arranjo magnético 26 igualmente de um tipo mostrado na Fig. 11, mas incorporado adicionalmente para uma orientação de peça bucal (colocado do lado de fora dos dentes inferiores), de um tipo mostrado na Fig. 9B.

Como mostrado na Fig. 13B, o arranjo 22 da primeira estrutura 12 compreende um portador 24, sobre o qual o arranjo 22 de material(ais) ferromagnético 16 (compreendendo desejavelmente um ou mais ímãs permanentes) é arranjado. Como mostram as Figs. 13A e 13B, o portador 24 é moldado ao longo de um eixo longitudinal. O arranjo moldado longitudinalmente 22 está dimensionado e configurado para ser implantado ao longo do eixo da parte anterior para a posterior do palato mole e da via respiratória, respectivamente. Como mostrado nas Figs. 13A e 13B, o eixo longitudinal do arranjo 22 se estende ao longo da mediana do palato mole, ou úvula.

Como mostrado na Fig. 13C, o arranjo 26 da segunda estrutura 14 compreende um portador 28, sobre o qual o arranjo 26 de materiais

magnéticos 18 (também imãs permanentes) é arranjado. O portador 28 compreende a peça bucal mostrada na Fig. 9B. Na Fig. 13C, o arranjo 26 é em forma de ferradura para se conformar ao perfil dos dentes inferiores. Pode ser apreciado que a mesma orientação dos materiais magnéticos 18 pode ser conseguida e estabilizada colocando-se o arranjo 26 em associação com um aparelho externo (como mostrado nas Figs. 7A e 7B), copo de queixo (como mostrado na Fig. 7C), ou peça de pescoço (como mostrado nas Figs. 8A e 8B), ou colocando-se o arranjo em associação com outras peças bucais usadas dentro da cavidade oral (como mostrado nas Figs. 9A e 9C a 9E).

Quando implantado, como mostra a Fig. 13D, pólos do material magnético 16 do primeiro implante 12 são orientados para se alinhar geralmente com os pólos opostos do material magnético 18 do componente externo 14 através da via respiratória, ou seja, pólos N-S ou S-N- são alinhados geralmente através do tecido da língua ou através da mandíbula inferior, no caso de um arranjo de um copo de queixo, ou peça de pescoço. Como resultado, o componente externo magnético 14 interage atraindo o implante magnético do palato mole 12 (como indicado pelas setas de atração A, na Fig. 13D).

Devido à força de atração entre o implante 12 e a estrutura 14, o palato mole não colapsa contra o duto faríngeo durante o sono e, desse modo, a via respiratória permanece desobstruída. Entretanto, quando um paciente de apnéia está acordado, as forças podem ser superadas pela deglutição, fala, tosse, espirro, etc. Alternativamente, os imãs da cavidade oral 18 podem ser posicionados e colocados, somente para a finalidade de dormir, permitindo forças maiores e mais terapêuticas durante o sono, que são facilmente removidas para permitir deglutição normal e função de fala, durante as horas do dia.

3. O Sistema Combinado

A Fig. 14A mostra um Sistema Combinado representativo 10c, do tipo mostrado na Fig. 6B. O sistema 10c compreende os materiais ferromagnéticos 16 e 18 arranjados em uma orientação de atração, como

descrito previamente. Na Fig. 14A, o Sistema Combinado 10c inclui um par de primeiros implantes ferromagnéticos 12a e 12b. Cada implante 12a e 12b compreende um arranjo magnético ferromagnético 22 de um tipo mostrado na Fig. 11, dimensionado e configurado para implantação, respectivamente, na língua e no palato mole. O Sistema Combinado também inclui um segundo componente magnético 14 compreendendo um segundo arranjo magnético 26, também de um tipo mostrado na Fig. 11, mas incorporado adicionalmente para uma orientação de peça bucal (colocado do lado de fora dos dentes inferiores), de um tipo mostrado na Fig. 9B.

Como mostrado nas Figs. 14A e 14B, cada um dos arranjos 22 das primeiras estruturas 12a e 12b compreende um portador 24, sobre o qual o respectivo arranjo 22 de materiais ferromagnéticos 16 (compreendendo desejavelmente um ou mais ímãs de ferro) é arranjado. Como as Figs. 14A e 14B mostram, o portador 24 de cada estrutura 12a e 12b é moldado ao longo de um eixo longitudinal. O arranjo 22 moldado longitudinalmente da estrutura 12b é dimensionado e configurado para ser implantado ao longo do eixo, da parte anterior para a posterior, da língua. O arranjo 22 moldado longitudinalmente da estrutura 12a é dimensionado e configurado para ser implantado ao longo do eixo, da parte anterior para a posterior, do palato mole.

Como mostrado na Fig. 14C, o arranjo 26 da segunda estrutura 14 compreende um portador 28, no qual o arranjo 26 de materiais magnéticos 18 (também ímãs permanentes) é arranjado. O portador 28 compreende a peça bucal mostrada na Fig. 9B. Na Fig. 14C, o arranjo 26 é em forma de ferradura para se conformar ao perfil dos dentes inferiores. Pode ser apreciado que a mesma orientação dos materiais magnéticos 18 pode ser conseguida e estabilizada colocando-se o arranjo 26 em associação com um aparelho externo (como mostrado nas Figs. 7A e 7B), copo de queixo (como mostrado na Fig. 7C), ou peça de pescoço (como mostrado nas Figs. 8A e 8B), ou colocando-se o arranjo em associação com outras peças bucais usadas dentro

da cavidade oral (como mostrado nas Figs. 9A e 9C a 9E).

Quando implantados, como mostra a Fig. 14D, os materiais magnéticos 16, de ambos os implantes 12a e 12b, são geralmente atraídos para o material magnético 18 do componente externo 14 (como indicado pelas setas de atração A, na Fig. 14D). Devido às forças de atração A, entre cada um dos implantes 12a e 12b e a estrutura 14, a língua e o palato mole se opõem ao colapso contra o duto faríngeo durante o sono e, desse modo, a via respiratória permanece desobstruída. Entretanto, quando um paciente de apnéia está acordado, as forças podem ser superadas pela deglutição, fala, tosse, espirro, etc. Alternativamente, os ímãs da cavidade oral 18 podem ser posicionados e colocados apenas para a finalidade de dormir permitindo forças maiores e mais terapêuticas durante o sono, que são facilmente removidas para permitir deglutição normal e função de fala, durante as horas do dia.

Como descritos, os vários sistemas de força magnética 10a, 10b, e 10c provêm um tratamento da apnéia do sono refinado, de custo compensador. Colocado dentro, ou sobre o tecido na língua, palato mole, ou úvula, a estrutura ferromagnética 12, junto com sua estrutura ferromagnética associada 14, é bem tolerada e significativamente mais confortável e amigável ao usuário do que o equipamento de CPAP e também, provavelmente, é mais desejável do que outras opções de tratamento cirúrgico altamente intrusivo. Os sistemas magnéticos 10a, 10b e 10c oferecem um projeto sofisticado, embora fácil de usar, que pode ser moldado, configurado, e titulado magneticamente para satisfazer necessidades individuais dos pacientes, baseados em requisitos anatômicos e fisiológicos específicos, como será descrito posteriormente em maior detalhe.

III. MODERANDO AS FORÇAS DE RELAÇÃO FORCE-DISTÂNCIA EM REGIÕES DINÂMICAS DO TECIDO

A. De modo geral

Nos sistemas 10a, 10b, e 10c, mostrados nas Figs. 12A a 12E;

13A a 13D; e 14A a 14D, desejavelmente, os componentes magnéticos 12 e 14 são alinhados verticalmente através da mandíbula inferior, ou através do tecido da língua, de uma para a outra, para criar um campo de força magnética de atração. Na realidade, raramente há um alinhamento magnético teoricamente "perfeito" entre os materiais magnéticos 16 e 18. Isto é devido à natureza dinâmica da língua e do palato mole, na via respiratória. A distância e a orientação entre a língua e o palato mole, e entre cada um dentre a língua e o palato mole e a mandíbula inferior, variam devido à variabilidade anatômica de paciente-à-paciente, bem como ao movimento constante da língua e do palato mole durante o sono e as horas acordadas. Raramente há uma relação paralela geometricamente "perfeita" entre estas estruturas de tecido dentro da via respiratória. Além disso, quando a língua ou o palato mole se movem lateralmente, posteriormente, anteriormente, cranialmente, caudalmente, de modo enrolado, ou em quaisquer combinações destes, durante o sono, a movimentação pode alterar significativamente a orientação e o alinhamento entre os materiais magnéticos de atração 16 e 18, de um momento para outro.

Variações na força através de um implante (ou um imã, ou qualquer outro objeto) podem se manifestar como torques e estão presentes em qualquer sistema magnético que não esteja em perfeito alinhamento. O torque está presente em todos os sistemas, quer atraindo, ou repelindo; quando os imãs não estão em alinhamento "perfeito", onde houver um maior desalinhamento por ângulo ou posição, o torque tenderá a corrigir o alinhamento dos imãs; ou seja, eles girarão em direção a um alinhamento que maximize a força de atração. Os imãs querem ser alinhados perfeitamente no estado mais alto de atração possível, em outras palavras, o melhor alinhamento, com um Pólo-N confrontando um Pólo-S.

Estruturas magnéticas colocadas dentro, ou sobre estruturas anatômicas móveis na via respiratória são raramente, se alguma vez, orientadas de modo a permitir alinhamento teoricamente "perfeito", ou ideal,

de pólos de atração N-S ou S-N. Raramente o alinhamento de materiais magnéticos de atração é teoricamente "perfeito", ou ideal, e está sujeito a mudança contínua. É compreendendo e controlando o torque inerente em sistemas magnéticos, que a língua pode ser efetivamente manipulada para as finalidades terapêuticas aqui reveladas.

B. Considerações de projeto

Qualquer sistema magnético de atração envolvendo a língua e/ou o palato mole desejavelmente leva em conta e compara pelo menos três considerações. Uma consideração é anatômica - (i) as distâncias variáveis e a falta de alinhamento paralelo perfeito entre a língua e o palato mole e entre cada um dentre a língua e o palato mole e a mandíbula inferior, devido à anatomia respiratória superior individual e à movimentação natural da língua em relação ao palato mole e à movimentação relativa da língua, ou do palato mole, para a mandíbula inferior. As outras duas considerações são físicas - (ii) a capacidade de colocar implantes na orientação mais desejada, um em relação ao outro; e (iii) a distância entre ímãs de atração e a força resultante também deve ser levada em consideração, ou seja, sistemas que mantenham distância relativamente curta e que provejam uma amarra para aplicar força em uma localização deslocada.

Uma dada estrutura de atração de língua ou palato mole deveria desejavelmente ser mantida em uma posição de atração máxima, uma vez que outras estruturas, como a língua, palato mole, ou úvula, se movem em relação à mandíbula inferior. Por exemplo, deveria ser reconhecido que durante o sono, a língua estará submetida a uma grande variedade de movimentos e mudanças da orientação angular para a mandíbula inferior.

Uma dada estrutura de língua, ou palato mole, desejavelmente inclui características para manter o implante em seu estado de atração perto do máximo em todos os alinhamentos angulares e distâncias variáveis, normal e anormalmente encontrados em relação à mandíbula inferior, mas deveriam

ainda permitir o desempenho das funções corporais naturais durante o sono, por exemplo, deglutição.

C. Arranjos magnéticos titulados

5 A força magnética é, aproximadamente, inversamente
proporcional ao quadrado da distância entre as estruturas magnéticas. A força
magnética é conseqüentemente muito sensível à distância. Um aumento
pequeno na distância entre estruturas magnéticas de atração pode
conseqüentemente levar a uma diminuição dramática na força magnética entre
elas. A inclinação da curva SM, na Fig. 15, demonstra como o valor de um
10 campo de força magnética (eixo-y), entre duas estruturas de imã único (como
mostrado na Fig. 10), diminui significativamente com aumentos relativamente
pequenos na distância entre elas (eixo-x) devido à relação do inverso-do-
quadrado.

A faixa de distâncias entre as estruturas magnéticas 12 e 14
15 nos sistemas 10a, 10b e 10c, durante funções anatômicas normais da língua
e/ou palato mole, será chamada abreviadamente de a "faixa de trabalho."
Acredita-se que, no contexto dos sistemas 10a, 10b, e 10c, a faixa de trabalho
se encontre em uma faixa de, aproximadamente, 3cm a 4cm. Para um dado
sistema 10a, 10b, ou 10c, as estruturas magnéticas 12 e 14 são desejavelmente
20 dimensionadas e configuradas de modo que a distribuição do valor e do fluxo
do campo de força magnética seja projetada, ou selecionada, de modo que
variações na força magnética, devido às variações na distância entre as
estruturas 12 e 14, sejam moderadas pelo menos dentro dos limites da faixa de
trabalho. Pelo menos dentro dos limites da faixa de trabalho, o campo de
25 força magnética titulado provê uma variação de força de campo magnético
com a distância apresentando uma inclinação tendo um valor menor do que o
da inclinação da curva SM, na Fig. 15. Novamente, dentro dos limites da
faixa de trabalho, a inclinação do campo de força magnética diminui
substancialmente, reduzindo, desse modo, a sensibilidade da relação força-

distância. Nos sistemas 10a, 10b e 10c, mostrados nas Figs. 12A a 12D; 13A a 13D, e 14A a 14D, a estrutura magnética 14 é desejavelmente dimensionada e configurada para prover uma ou mais direção(ões) de campo, de modo que a estrutura magnética 14 mantenha um campo magnético e força de atração relativamente constantes com a estrutura interna 12, apesar da movimentação relativa da língua, palato mole, ou úvula, no desempenho normal de funções corporais.

Durante o desempenho normal de funções corporais, a separação entre os centros de massa das estruturas 12 e 14 variará dentro da faixa de trabalho entre uma distância δ_{LONGE} (expressa em unidades de centímetros) onde os centros de massa das estruturas 12 e 14 estão colocados afastados o mais distante e uma distância δ_{PERTO} (expressa em unidades de centímetros) onde os centros de massa das estruturas 12 e 14 estão colocados, o mais perto, juntos. Nas distâncias δ_{LONGE} e δ_{PERTO} , haverá uma força magnética resultante, respectivamente F_{LONGE} (expressa em unidades de gramas) e F_{PERTO} (expressa em unidades de gramas) do sistema de força magnética, que variará, aproximadamente, inversamente proporcional ao quadrado das respectivas distâncias, afastada e próxima, da faixa de trabalho, ou $(1/\delta_{LONGE}^2)$ e $(1/\delta_{Near}^2)$, respectivamente. Desejavelmente, as estruturas magnéticas 12 e 14 são dimensionadas e configuradas mutuamente de modo que variações na força magnética, devido às variações na distância entre as estruturas magnéticas 12 e 14, dentro da faixa de trabalho, mantenham uma relação, como a seguir:

$$(F_{PERTO}/F_{LONGE}) \leq (\delta_{LONGE}^2/\delta_{PERTO}^2)$$

Desta maneira, a estrutura magnética 14 mantém um campo magnético e força de atração relativamente constantes com a estrutura interna 12, apesar da movimentação relativa da língua, palato mole, ou úvula, dentro da faixa de trabalho, no desempenho normal de funções corporais.

Para conseguir este objetivo, os sistemas 10a, 10b, e 10c,

incluem desejavelmente estruturas magnéticas 12 e 14 compreendendo arranjos de ímãs como aquele mostrado na Fig. 11. Arranjos de materiais magnéticos 16 e 18 provêm uma distribuição mais uniforme do campo magnético e força de atração com a estrutura interna 12, dentro da faixa de trabalho desejada. Arranjos de materiais magnéticos 16 e 18 também tornam possível controlar o valor e distribuição do campo magnético entre as estruturas 16 e 18 para moderar a sensibilidade da relação força-distância dentro da escala de trabalho. Arranjos maiores, menores, ou diferentes, de materiais magnéticos 16 e 18, podem ser usados para titular a força de atração uniforme com a estrutura interna 12 e o ímã externo 14.

Por exemplo, a estrutura magnética 14, mostrada nas Figs. 16A e 16B, inclui um arranjo de ímãs compreendendo regiões magnéticas espaciais distintas 18a, 18b, e 18c tendo polaridades diferentes. As regiões magnéticas 18a, 18b, e 18c são dimensionadas e configuradas para uso em associação com uma estrutura magnética implantada 12 para formar um Sistema de Língua 10a, ou um Sistema de Palato Mole 10b, ou um Sistema Combinado 10c. Nas Figs. 16A e 16B, a estrutura magnética 12 também compreende um arranjo de regiões magnéticas 16a, 16b, e 16c, implantado na língua, ou palato mole/úvula, ou ambos, a língua e palato mole/úvula.

Como mostrado nas Figs. 16A e 16B, as regiões magnéticas espacialmente distintas 16a, 16b, e 16c podem, cada uma, compreender um único ímã ou um arranjo de ímãs individuais de polaridade comum (como mostrado na Fig. 11) arranjado sobre um portador. O arranjo de materiais magnéticos espacialmente distintos 16a, 16b, e 16c pode ser dimensionado e configurado para seguir a anatomia curva da cavidade oral, da parte posterior para a anterior.

A estrutura 14 compreende regiões magnéticas posteriores 18a (localizadas em lados opostos da língua), uma região magnética anterior 18c (localizada ao longo da região anterior curva da cavidade oral), e uma região

magnética média 18b (localizada entre as regiões anterior e posterior da cavidade oral sobre lados opostos da língua). O arranjo de regiões magnéticas 18a, 18b, e 18c, mostrado na Fig. 16A, é dimensionado e configurado para uso particular em uma configuração montada no queixo, ou peça de boca,
5 como explicado previamente e como mostrado, respectivamente, nas Figs. 7A a 7C e Figs. 9A a 9E. O arranjo de regiões magnéticas 18a, 18b, e 18c, mostrado na Fig. 16B, é dimensionado e configurado para uso particular em uma configuração de peça de pescoço, como descrito previamente e como mostrado nas Figs. 8A e 8B.

10 Como mostrado nas Figs. 16A e 16B, os pólos-N das regiões magnéticas 18a, 18b, e 18c, nos aparelhos externos, copo de queixo, peça de boca, ou arranjos de pescoço, são mutuamente orientados diferentemente tanto em relação um ao outro, quanto aos pólos-S dos materiais magnéticos 16 implantados na via respiratória na língua e/ou palato mole. As orientações
15 mutuamente diferentes dos pólos-N das regiões magnéticas 18a, 18b, e 18c, provêm uma força de campo magnético titulado que modera a sensibilidade da relação força-distância entre os materiais magnéticos 16 e 18 na faixa de trabalho.

Mais particularmente, como mostram as Figs. 16A e 16B, a
20 orientação dos pólos-N das regiões magnéticas espacialmente distintas 18a, 18b, e 18c, varia, da parte posterior para a anterior, em relação aos pólos-S das regiões magnéticas 16a, 16b, e 16c. Como as Figs. 16A e 16B mostram, a região magnética anterior 18c (atravessando a frente da cavidade oral) tem uma orientação de pólo-N direcionada para a cavidade oral, em uma relação
25 de faceamento com os pólos-S das regiões de imã 16a, 16b, e 16c. Como a região 18c se curva para se conformar à anatomia curva da cavidade oral anterior, a orientação dos pólos-N da região magnética 18c muda do mesmo modo para apontar, sempre para dentro, em direção aos pólos-S das regiões magnéticas 16a, 16b, e 16c. A orientação N-S entre a região magnética

anterior 18c da estrutura 14 e as regiões magnéticas anteriores 16a, 16b, e 16c da estrutura 12 gera um campo magnético de atração (setas de atração A) na região anterior da cavidade oral. O campo magnético de atração A se opõe à movimentação posterior da língua e/ou palato mole/úvula, que é um objetivo terapêutico desejado.

As regiões magnéticas posteriores 18a da estrutura 14 (localizadas em lados opostos da língua, na parte traseira da cavidade oral) têm uma orientação de pólo-N na direção da cavidade oral. A região magnética 18a apresenta, desse modo, pólos-N orientados em uma relação de faceamento geralmente com os pólos-N das regiões 16a, 16b, e 16c do imã, que estão localizados na parte posterior da língua e/ou palato mole/úvula. A orientação N-N, entre regiões magnéticas posteriores 18a da estrutura 14 e as regiões magnéticas posteriores 16a, 16b, e 16c da estrutura 12, gera um campo magnético de repulsão (setas de repulsão R) na região posterior da oral cavidade. Os fluxos dos arranjos interagem para criar uma força direcionada anterior, que é relativamente estável quando o implante está bem alinhado em uma direção medial-lateral.

Neste arranjo, as regiões de imã médias 18b da estrutura 14 (entre as regiões magnéticas posteriores e anteriores 18a e 18c, sobre lados opostos da língua, ao longo de lados laterais da cavidade oral) têm uma orientação de pólo-N em direção à região magnética anterior 18c. Justaposta entre o campo magnético de atração na região anterior da cavidade oral e o campo magnético de repulsão na região posterior da cavidade oral, a orientação de pólo-N da região magnética média 18b's direciona o fluxo no campo magnético entre a região magnética anterior 18c's (que atrai a língua e/ou palato mole/úvula, na região anterior da cavidade oral) e a região magnética posterior 18a's (que repele a língua e/ou palato mole/úvula, na região posterior da cavidade oral), sem impor uma força de atração lada-a-lado, significativamente desestabilizante, sobre a língua e/ou palato mole. As

regiões magnéticas 18a, 18b, e 18c foram dimensionadas e configuradas para criar um fluxo magnético relativamente constante, ou um gradiente de fluxo magnético relativamente constante, na faixa de trabalho onde se espera que o implante 12 seja posicionado.

5 As regiões magnéticas 18a, 18b, e 18c mostradas nas Figs. 16A e 16B, podem ser construídas variadamente. Por exemplo, as Figs. 17A e 17B são exemplos ilustrativos de arranjos magnéticos compreendendo sete imãs permanentes separados 18 (1) a 18 (7), cujas polaridades-N foram rotuladas. A Fig. 17A está direcionada para uma estrutura montada no queixo, 10 ou peça de boca, como na Fig. 16A. A Fig. 17B está direcionada para uma estrutura de anel de pescoço, como aquele na Fig. 16B.

 Cada imã 18 (1) e 18 (7) compreende uma região magnética posterior 18a. Os imãs 18 (3), 18 (4), e 18 (5) compreendem, coletivamente, a região magnética anterior 18c. Cada imã 18 (2) e 18 (6) compreende uma 15 região magnética média 18b. Como mostrado nas Figs. 17A e 17B, os campos magnéticos podem ser manipulados mudando-se a direção dos próprios imãs.

 A Fig. 15 (curva MM) ilustra a relação força versus distância entre os arranjos 12 e 14, como mostrado nas Figs. 16A/B e Figs. 17A/B, como justamente descrito. A inclinação da curva MM, na Fig. 15, demonstra 20 como o valor de um campo de força magnética (eixo-y), entre os dois arranjos 12 e 14 (como mostrado nas Figs. 16A/B ou 17A/B), não diminui significativamente dentro dos limites da faixa de trabalho (eixo-x). A curva MM demonstra adicionalmente que a inclinação diminui substancialmente dentro dos limites da faixa de trabalho.

25 A Fig. 18A é uma representação diagramática de uma análise de elemento finito mostrando linhas de direção de fluxo para os arranjos magnéticos de um tipo mostrado nas Figs. 16A/B e 17A/B. A Fig. 18B é outra representação diagramática de uma análise de elemento finito mostrando a distribuição da força de campo magnético para estes arranjos magnéticos

16a/16b/16c e 18 (1) a 18 (7). Como visto na Fig. 18B, os arranjos geram um campo magnético titulado F1/F2/F3 tendo uma força que gera uma força relativamente constante F3 sobre uma faixa de trabalho de 3cm a 4cm. Esta força de campo magnético F3, relativamente constante, permite que a

5 estrutura 12, implantada na língua, palato mole, ou úvula, varie em sua posição dentro da faixa de trabalho devido às funções normais sem perda significativa da força magnética de atração em relação à estrutura 14.

D. Estruturas magnéticas amarradas

As Figs. 39A e 39C mostram modos de realização representativos de uma estrutura ferromagnética amarrada 120 implantada em

10 uma região anterior de uma língua na proximidade de uma estrutura magnética 14, como descritos previamente, por exemplo, uma peça bucal portada dentro da cavidade oral ou um portador externo colocado sobre, ou sob, o queixo, ou ao redor do pescoço. Para finalidade de ilustração, a Fig.

15 39A mostrar a estrutura magnética 14 amarrada externamente sob o queixo, enquanto na Fig. 39C, a estrutura magnética 14 é uma parte de um copo de queixo. Como visto nas Figs. 39A e 39C, a estrutura ferromagnética 120 inclui um ou mais ímãs permanentes, ou materiais ferromagnéticos implantados no tecido debaixo da língua, ou em uma região anterior da

20 língua, respectivamente. Em uso, a estrutura ferromagnética 120, na língua, interage magneticamente com a estrutura magnética 14. A estrutura ferromagnética 120 e a estrutura magnética 14 são arranjadas em uma orientação de atração, para puxar a língua para frente e/ou para se opor à movimentação posterior da língua de uma maneira que poderia, de outro

25 modo, obstruir a via respiratória.

Devido à proximidade relativamente junta da estrutura ferromagnética 120 para a estrutura magnética 14, o valor do campo de força magnética é maximizado. Além disso, para resistir à migração da estrutura ferromagnética 120 dentro do tecido, na presença do campo de força

magnética relativamente forte, a estrutura ferromagnética 120 inclui adicionalmente um sistema de ancoragem 122. O sistema de ancoragem 122 compreende uma estrutura de ancoragem, ou suporte, não-magnética 124, que é amarrada por uma faixa, sutura ou outros meios de acoplamento 126, à estrutura ferromagnética 120. A presença do sistema de ancoragem 122 opõe-se à migração da estrutura ferromagnética 120 dentro do tecido como um resultado da interação magnética com a estrutura magnética 14. Além disso, o sistema de ancoragem puxa o tecido posterior da língua para uma direção anterior para impedir o colapso da língua. O sistema de ancoragem 122 também pode servir para estabilizar a estrutura ferromagnética 120 em uma massa de tecido mole relativamente grande, como a língua.

Como mostrado nas Figs. 39A e 39C, a estrutura de ancoragem 124 está implantada em uma massa de tecido espaçada a partir de, e posterior à estrutura ferromagnética 120, por exemplo, na parte de trás da língua. A estrutura de ancoragem 124 pode compreender, por exemplo, uma estrutura biocompatível tecida, formada, ou moldada, feita de um polímero, ou fibra, ou tecido, ou material metálico não-ferroso, que resista à deterioração, embora exibindo flexibilidade suficiente para impedir o desconforto ou afetar a fala, ou deglutição. Como mostrado nas Figs. 39A e 39C, a estrutura de suporte 124 pode incluir perfurações 128. As perfurações 128 dão maior flexibilidade à estrutura de suporte 124. As perfurações 128 também acomodam crescimento de tecido, prendendo adicionalmente a implantação, no tecido. Alternativamente (como mostrado na Fig. 39E), a estrutura de ancoragem 124 pode compreender uma estrutura expansível em forma de guarda-chuva 142 que colapsa para a implantação (como mostrado em linhas contínuas na Fig. 39E) e que se expande, in situ, no local da implantação (como mostrado em linhas fantasmas na Fig. 39E).

O meio de acoplamento 126 acopla, ou amarra a estrutura ferromagnética 120 à estrutura de ancoragem, ou suporte 124. O meio de

acoplamento 126 pode compreender um material geralmente não-elástico, por exemplo, um material de sutura não-reabsorvível, outro pano ou renda de tecido biocompatível, ou uma tira não tecida de polímero, como náilon ou acetal, ou um material metálico biocompatível, como uma liga de titânio e níquel (Nitinol®). O meio de acoplamento 126 pode compreender uma haste biocompatível com perfurações para permitir crescimento de tecido e também pode incluir farpas, ou ganchos, empregados a partir da haste, para estabilizar adicionalmente a estrutura ferromagnética amarrada. Alternativamente (como mostrado na Fig. 39F), o meio de acoplamento 126 pode ser dimensionado e configurado para ser passado, ou rosqueado, através de uma abertura 144 na estrutura de ancoragem 124 e travado em uma posição de tração, por exemplo, usando-se uma trava de sutura 146, ou nó. Este arranjo torna possível ajustar e controlar a tração dentro do implante durante a implantação inicial, ou subsequente à implantação inicial, ou em ambas.

Em um modo de realização alternativo, o meio de acoplamento 126 pode compreender materiais mais elásticos, para prover conformidade e maior conforto ao paciente. Por exemplo, ao engolir, a língua se move em uma direção posterior e a elasticidade pode impedir o despertar do sono e, adicionalmente, pode evitar a migração da estrutura ferromagnética 120. A estrutura de ancoragem 124 é desejavelmente mais larga do que o meio de acoplamento 126, provendo, desse modo, a resistência desejada para a estrutura ferromagnética implantada 120 contra ser puxada através, ou para fora, da região de tecido implantado durante sua interação magnética com a estrutura magnética 14, próxima.

Como mostrado nas Figs. 39E, 39D, 39E, e 39F, a estrutura ferromagnética 120 pode ser amarrada individualmente a duas ou mais estruturas de ancoragem 124 pelo respectivo meio de acoplamento 126.

Neste arranjo, a resposta fisiológica desejada (resistência ao colapso do tecido da via respiratória) é conseguida pela estrutura magnética

14 (por exemplo, sobre o aparelho externo ou uma peça bucal, como descrito previamente) criando um campo magnético que interage com a estrutura ferromagnética 120, amarrada, implantada na seção anterior caudal (frontal) da língua, ou debaixo da língua. A estrutura ferromagnética implantada 120 tem uma orientação magnética oposta à orientação magnética da estrutura magnética 14. A força magnética, entre orientações magnéticas opostas, cria uma força de atração. Como um resultado da força de atração, a língua é puxada para frente, para frente da cavidade oral, para impedir uma obstrução da via respiratória, na base da língua.

10 A amarra acoplada à estrutura magnética 120 serve para transferir eficientemente o movimento, ou a movimentação, da estrutura 120 para a base da língua (o local da obstrução). O uso da amarra é projetado para evitar a situação quando, um ímã na língua, posicionado para ser movido pela aplicação de um ímã externo 14, é movido antes disso, mas esse movimento não translada para movimento da base da língua, na parede faríngea.

E. Língua anterior/músculo hióide

Estruturas magnéticas

A Fig. 40A mostra um modo de realização representativo de uma estrutura ferromagnética 120 implantada em uma região anterior, ou caudal anterior, de uma língua, ou em um ou mais músculos hióides, como os músculos supraioídeos, por exemplo, os músculos miloioídeos, e/ou os músculos genioioídeos, e/ou músculos estiloioídeos, e/ou os músculos digástricos, na proximidade da estrutura 14, descrita anteriormente, por exemplo, uma peça bucal portada dentro da cavidade oral, ou um portador externo colocado sobre, ou sob, o queixo, ou ao redor do pescoço. Para finalidade de ilustração, a Fig. 40A mostra a estrutura 14 amarrada externamente sob o queixo; entretanto, a estrutura 14 pode compreender um dispositivo oral removível encaixado sobre os dentes, na cavidade oral, ou localizado no vestíbulo da boca. Como visto na Fig. 40A, a estrutura

ferromagnética 120 inclui um ou mais ímãs permanentes, ou materiais ferromagnéticos 16 implantados no tecido debaixo da língua, ou em uma região anterior da língua, respectivamente. Em uso, a estrutura ferromagnética 120, na língua, interage magneticamente com a estrutura 14. A

5 estrutura ferromagnética 120 e a estrutura 14 são arranjadas em uma orientação de atração, para puxar a língua para frente, e/ou para impedir a movimentação posterior da língua de uma maneira que poderia, de outro modo, obstruir a via respiratória.

Em um modo de realização alternativo mostrado na Fig. 40B,

10 as estruturas ferromagnéticas 16 colocadas anteriormente, são de tamanho menor do que as estruturas ferromagnéticas colocadas posteriormente. As estruturas ferromagnéticas 16, colocadas posteriormente, são maiores devido à estrutura ferromagnética 120 precisar exercer uma força mais forte sobre o lado posterior do que sobre o lado anterior, para impedir o colapso da língua e

15 fechamento da via respiratória. Além disso, a extremidade posterior da estrutura ferromagnética 120 também contém uma abertura 121, através da qual a estrutura pode ser acoplada, ou ancorada, ao osso hióide. Como visto na Fig. 40C, outro modo de realização alternativo consiste de uma estrutura ferromagnética 120 lisa de um lado, enquanto as estruturas ferromagnéticas

20 embutidas se projetam do lado oposto.

Como visto nas Figs. 40A a 40C, devido à proximidade relativamente junta da estrutura ferromagnética 120 para a estrutura 14, bem como, à grande área coberta pela estrutura ferromagnética 120, o valor do campo de força magnética é maximizado.

25 Neste arranjo, a resposta fisiológica desejada (resistência ao colapso do tecido da via respiratória) é conseguida pela estrutura 14 (por exemplo, sobre o aparelho externo, ou uma peça bucal, como descrito previamente) criando um campo magnético que interage com a estrutura ferromagnética 120 implantada na seção (frente) anterior caudal da língua, ou

debaixo da língua. A estrutura ferromagnética 120 implantada tem uma orientação magnética oposta à orientação magnética da estrutura 14. A força magnética entre orientações magnéticas opostas cria uma força de atração. Como resultado da força de atração, a língua é puxada para frente, na direção a parte frontal da cavidade oral, para impedir uma oclusão da via respiratória na base da língua.

IV. OUTRAS ESTRUTURAS MAGNÉTICAS REPRESENTATIVAS PARA REGIÕES DE TECIDO DINÂMICO

A. Estruturas magnéticas auto-centralizantes

10 A Fig. 19 mostra de maneira diagramática um sistema magnético compreendendo duas estruturas magnéticas 12 e 14. Como descrito anteriormente, as estruturas são dimensionadas e configuradas para ser colocadas em, ou sobre regiões de tecido espaçadas afastadas, em uma orientação mutuamente alinhada, que gera interação magnética entre as duas 15 estruturas. Dependendo das polaridades das duas estruturas 12 e 14, a interação magnética pode compreender uma força de atração magnética entre as duas estruturas, para se opor à movimentação das duas regiões de tecido, uma para longe da outra, ou uma força de repulsão magnética entre as duas estruturas, para se opor à movimentação das duas regiões do tecido, uma em 20 direção à outra, ou uma combinação destas e de outras forças.

Como afirmado antes, a menos que as estruturas 12 e 14 estejam alinhadas em uma forma teoricamente ideal, a interação magnética forçará a mais móvel das estruturas (na Fig. 19, a estrutura 12) a buscar um alinhamento com a menos móvel das estruturas (na Fig. 19, a estrutura 14), o 25 mais próximo da posição teoricamente ideal. Sob estas circunstâncias, quanto melhor alinhadas as estruturas 12 e 14, menos força magnética é perdida e menos torque é experimentado pela estrutura mais móvel. Falando praticamente, tanto de uma perspectiva anatômica, quanto cirúrgica, é difícil conseguir e manter o alinhamento teoricamente ideal de estruturas magnéticas

portadas dentro, ou sobre o tecido. Dado esta dificuldade, devido ao desalinhamento, um sistema magnético implantado cirurgicamente, pode dissipar alguma, ou uma grande parte, da força magnética pretendida.

No sistema mostrado na Fig. 20A, pelo menos uma das estruturas 12 ou 14 compreende uma estrutura magnética auto-centralizante 130. A estrutura magnética auto-centralizante 130 compreende pelo menos um ímã móvel 132 fechado em uma cápsula ou recipiente 134. A forma do ímã móvel 132, em relação à cápsula ou recipiente 134, é configurada e dimensionada para permitir que o ímã móvel 132 se desloque, ou se mova livremente dentro dos limites da cápsula ou recipiente 134, em resposta à interação magnética desalinhada com a outra estrutura 14. Por exemplo, como mostrado na Fig.20A, quando o desalinhamento entre a estrutura auto-centralizante 130 e a outra a estrutura 14 ocorre, o ímã móvel 132, na estrutura auto-centralizante 130, se deslocará, ou moverá dentro dos limites da cápsula ou recipiente 134 (como mostrado na Fig. 20B) para buscar um alinhamento teoricamente ideal em relação à outra estrutura 14. Uma vez que as orientações relativas do tecido mudam dinamicamente, o ímã móvel 132 também se deslocará ou moverá dinamicamente dentro dos limites da cápsula, ou estrutura 134, para manter o melhor alinhamento possível com a outra estrutura. Os limites da cápsula ou recipiente 134 provêm uma região de espaço aberto 136 onde o ímã móvel pode manobrar relativamente desimpedido para buscar o melhor alinhamento possível com a outra estrutura. Nas Figs. 20A e 20B, um Sistema de Língua 10a está mostrado para a finalidade de ilustração. Como mostrado nas Figs. 20A e 20B, o Sistema de Língua 10a compreende um implante de língua magnético auto-centralizante 130 interagindo com um arranjo magnético interno 14.

Como mostrado na Fig. 21A, a estrutura magnética auto-centralizante 130 pode compreender uma estrutura magnética 14 como aquela descrita previamente, que é dimensionada e configurada para ser colocada

dentro, ou sobre o tecido do lado de fora de uma via respiratória, por exemplo, compreendendo um portador usado sobre o queixo ou ao redor do pescoço. Neste arranjo, pretende-se que a estrutura magnética auto-centralizante esteja colocada em associação com outra estrutura magnética 12, dimensionada e configurada para ser colocada dentro, ou sobre o tecido dentro de uma via respiratória, por exemplo, sobre a língua, palato mole/úvula, ou ambas. Juntas, a estrutura auto-centralizante e a outra estrutura 12, formam um sistema 10a, 10b, ou 10c, como descrito previamente. Na Fig. 21A, um Sistema de Língua 10a está mostrado para finalidade de ilustração. Como mostrado na Fig. 21A, o Sistema de Língua 10a compreende um implante de língua 12 interagindo com uma estrutura magnética auto-centralizante 130, externa.

Como mostrado na Fig. 21B, a estrutura magnética auto-centralizante 130 pode compreender um portador 26 que inclui pelo menos uma cápsula 134 alojando pelo menos um ímã móvel 132. No modo de realização mostrado na Fig. 21B, a cápsula 134 é compartimentalizada, para a finalidade de ilustração, em duas zonas separadas espacialmente Z1 e Z2, cada uma alojando pelo menos um ímã móvel 132 (geralmente correspondendo às regiões posterior e intermediária 18a e 18b, mostradas na Fig. 12C). No arranjo, a região magnética mais anterior (região 18c, na Fig. 12C) pode compreender um ou mais ímãs que não são móveis, ou vice-versa. No modo de realização mostrado na Fig. 21C, a cápsula 134 é compartimentalizada, para a finalidade de ilustração, em três zonas separadas Z1, Z2, e Z3 (geralmente similares às regiões 18a, 18b, e 18c, na Fig. 12C), cada uma alojando pelo menos um ímã móvel 132. As zonas Z1, Z2, e Z3 também podem ser vistas como sendo cápsulas separadas 134. Como mostrado nas Figs. 21B e 21C, cada zona, ou cápsula, pode conter uma pluralidade de ímãs móveis menores, comensuráveis com o volume disponível da zona, ou cápsula, permitindo que os ímãs móveis se movam

livremente e se alinhem, dentro da cápsula, com a outra estrutura 12. As zonas separadas Z1, Z2, e Z3, ou cápsulas 134, mantêm os imãs móveis 132 em zonas espaciais, de modo que os imãs móveis 132 não se agrupem em uma localização. Cada zona Z1 Z2, e Z3, ou cápsula 134, é dimensionada e configurada para acomodar a movimentação permissível, definida, e controlada, do imã, ou imãs móveis 132, alojados dentro de seus limites. Alternativamente, como mostrado na Fig. 21D, qualquer uma, ou todas as zonas Z1, Z2, ou Z3, ou cápsulas 134, pode conter um único imã móvel 132, maior.

Como mostrado nas Figs. 21E e 21F, a estrutura magnética auto-centralizante 130 pode incluir uma única zona, ou cápsula, que é localizada centralmente, para estar, no uso, essencialmente sob a língua. A zona, ou cápsula 134, pode acomodar um único, imã móvel 132, maior (como mostrado na Fig. 21E), ou mais de um imã móvel 132, menor, na zona localizada centralmente, ou cápsula 134, que está localizada essencialmente sob a língua (como mostrado na Fig. 21F).

Devido ser pretendido que as estruturas magnéticas auto-centralizantes 130 mostradas nas Figs. 21A a 21F sejam colocadas sobre o tecido externo, o volume interno das zonas, ou cápsulas, pode ser relativamente grande (comparado a uma cápsula em uma estrutura que se pretenda seja implantada no tecido), provendo, desse modo, uma liberdade de movimentação relativamente grande para o imã móvel que aloja.

Alternativamente, como mostrado na Fig. 22A, a estrutura magnética auto-centralizante 130 pode ser dimensionada e configurada para colocação dentro de uma cavidade oral, por exemplo, dentro, do lado de fora, ou sobre o topo dos dentes inferiores ou superiores, como já foi descrito. Neste arranjo, pretende-se que a estrutura magnética auto-centralizante 130 seja colocada em associação com outra estrutura magnética (na Fig. 22A, a estrutura magnética 12) dimensionada e configurada para ser colocada dentro,

ou sobre o tecido dentro de uma via respiratória, por exemplo, sobre a língua, palato mole/úvula, ou ambas. Juntas, a estrutura auto-centralizante e a outra estrutura 12, formam um sistema 10a, 10b, ou 10c, como descrito previamente. Na Fig. 22A, um Sistema de Palato Mole 10b está mostrado para a finalidade de ilustração. O Sistema de Palato Mole 10b, na Fig. 22A, compreende um implante de palato mole 12 interagindo com uma estrutura magnética auto-centralizante 130, interna.

Neste modo de realização, como os modos de realização mostrados nas Figs. 21A a 21F, a estrutura magnética auto-centralizante 130 compreende pelo menos uma cápsula 134 alojando pelo menos um ímã móvel 132. Na Fig. 22B, como na Fig. 21B, a cápsula 134 é compartimentalizada, para a finalidade de ilustração, em uma ou mais zonas espaciais separadas. Z1 e Z2, cada uma dimensionada e configurada para acomodar pelo menos movimentação desimpedida de um ímã móvel 132, dentro de seus limites. Como afirmado antes, as zonas Z1 e Z2 também podem ser vistas como sendo cápsulas separadas 134. As zonas separadas Z1 e Z2, ou cápsulas 134, mantêm os ímãs móveis 132 em zonas espaciais, de modo que, os ímãs móveis 132 não se agrupem em uma localização. Devido se pretender que a estrutura mostrada na Fig. 22b seja colocada dentro da via respiratória, o volume interno das zonas Z1 e Z2, ou cápsulas 134, será relativamente menor comparado a uma cápsula em uma estrutura como aquela na Fig. 21B, que se pretende seja usada externamente. Ainda, as zonas Z1 e Z2, ou cápsulas 134, e ímãs móveis 132 que alojam, podem ser mutuamente dimensionadas e configuradas para prover uma liberdade de movimentação relativamente grande para os ímãs móveis 132. Como mostrado na Fig. 22B, cada zona Z1 e Z2, ou cápsula 134, pode conter um único ímã móvel, ou alternativamente, como mostrado na Fig. 22C, cada zona, ou cápsula 134, pode ser compartimentalizada para conter uma pluralidade de ímãs móveis 132, menores. O número de zonas, e/ou ímãs móveis, pode variar, como mostrado

nas Figs. 21A a 21F. Além disso, como descrito previamente, uma dada estrutura 14 pode incluir tanto imãs móveis 132, como imãs imóveis 18 (por exemplo, 18c, mostrado na Fig. 21B). Muitas variações são contempladas.

5 Como mostrado na Fig. 23A, a estrutura magnética auto-centralizante 130 pode compreender uma estrutura magnética 12, como aquela descrita previamente, que é dimensionada e configurada para ser colocada dentro, ou sobre o tecido, dentro de uma via respiratória, por exemplo, compreendendo um portador colocado dentro, ou sobre uma língua e/ou um palato mole/úvula, como já foi descrito. Neste arranjo, pretende-se
10 que a estrutura magnética auto-centralizante 130 seja colocada em associação com outra estrutura magnética 14, dimensionada e configurada para ser colocada dentro, ou sobre o tecido do lado de fora de uma via respiratória (sobre o queixo ou pescoço), ou no interior da via respiratória (sobre os dentes inferiores). Juntas, a estrutura auto-centralizante e a outra estrutura 12,
15 formam um sistema 10a, 10b, ou 10c, como descrito previamente. Na Fig. 23A, um Sistema de Língua 10a está mostrado para a finalidade de ilustração. O Sistema de Língua 10a, na Fig. 23A, compreende uma estrutura auto-centralizante 130 de implante de língua interagindo com uma estrutura magnética externa 14. Neste arranjo, a interação entre a estrutura auto-
20 centralizante 130 de implante de língua e a estrutura externa 14 coloca um torque sobre a língua. Deveria ser apreciado que outras estruturas 14 também podem compreender uma estrutura auto-centralizante externa, de um tipo mostrado nas Figs. 21A/B/C/D/E/F, ou uma estrutura auto-centralizante interna, de um tipo mostrado nas Figs, 22A/B/C.

25 Neste modo de realização, como nos modos de realização precedentes mostrados nas Figs. 21A/B/C/D/E/F e 22 A/B/C, a estrutura magnética auto-centralizante 130 compreende pelo menos um cápsula 134 alojando pelo menos um imã móvel 132. Na Fig. 23B, como nas Figs. 21B e 22B, a cápsula 134 é compartimentalizada para zonas espaciais separadas Z

(N), dimensionadas e configuradas para acomodar movimentação desimpedida de pelo menos um ímã móvel 132 dentro de seus limites. Na Fig. 23B, estão mostradas oito zonas (ou seja, $N=8$). Estas zonas Z (N) também podem ser vistas como cápsulas separadas 134. Como descrito antes, as zonas separadas Z (N), ou cápsulas 134, mantêm os ímãs móveis 132 em zonas espaciais, de modo que os ímãs móveis 132 não se agrupem em uma localização. Devido se pretender que a estrutura 130, mostrada na Fig. 23B, seja colocada dentro de uma língua, ou palato mole, o volume interno das zonas Z (N), ou cápsulas 134, será relativamente menor comparado ao de uma cápsula em uma estrutura como aquela na Fig. 21B, que se pretende seja usada externamente. Ainda, as zonas Z (N), ou cápsulas 134, e os ímãs móveis 132 que alojam, podem ser mutuamente dimensionadas e configuradas para prover uma liberdade de movimentação relativamente grande para os ímãs móveis 132. Como mostrado na Fig. 23B, qualquer uma, ou todas as zonas Z (N), ou cápsulas 134, pode conter um único ímã móvel 132, ou alternativamente, como mostrado na Fig. 23C, qualquer uma, ou todas as zonas Z (N), ou a cápsula 134, pode ser compartimentalizada para conter uma pluralidade de ímãs móveis 132 menores. O número de zonas e/ou de ímãs móveis pode variar, como mostrado nas Figs. 21A a 21F. Além disso, como descrito previamente, uma dada estrutura 14 pode incluir tanto ímãs móveis 132, como ímãs imóveis 18 (como aqueles mostrados na Fig. 21B). Muitas variações são contempladas.

Como mostrado nas Figs. 24A/24B/24C, o ímã móvel 132, alojado dentro de uma dada cápsula 134, ou zona, pode compreender várias formas. Por exemplo, o ímã móvel 132 pode ter uma configuração em forma de disco, ou esférica (Fig. 24A), ou uma configuração cilíndrica (Fig. 24B), ou uma configuração triangular (Fig. 24C). A forma pode ser selecionada para afetar a maneira como o ímã móvel 132 se move, ou desloca, dentro da cápsula. Por exemplo, o ímã móvel 132 cilíndrico (Fig. 24B) pode rolar

facilmente dentro da cápsula 134, de modo a se alinhar em uma posição apropriada. O ímã móvel 132 triangular (Fig. 24C) pode incluir uma base tendo um fluxo magnético mais forte do que o vértice do triângulo, para ajudar a direcionar o fluxo em uma direção desejada.

5 B. Estruturas magnéticas descentralizadas

O tecido sobre os lados laterais da língua, devido a sua espessura decrescente, pode ser mais fácil de mover do que o tecido ao longo da mediana da língua. Por isso, uma estrutura magnética que é colocada dentro, ou sobre o tecido, sobre apenas um lado da língua pode, efetivamente,
10 repelir um implante magnético posicionado correspondentemente dentro, ou sobre uma parede faríngea.

A Fig. 25 mostra uma seção transversal de um duto faríngeo colapsado, como na Fig. 3, mas mostrado de outra perspectiva, o suficiente para provocar um episódio apneico. A Fig. 25 também mostra a língua com
15 uma estrutura magnética implantada 70. A estrutura magnética de língua 70 compreende pelo menos dois ímãs 16 orientados na mesma direção, substancialmente perpendicular à mediana da língua. Como pode ser visto na Fig. 25, a localização da estrutura magnética de língua 70 é geralmente perpendicular e descentralizada em relação à rafe da língua. Ou seja, como o
20 modo de realização na Fig. 25 mostra, toda a estrutura 70 ocupa um lado da língua ao longo da rafe. Essencialmente nenhuma parte da estrutura 70 (e conseqüentemente nenhum ímã) se estende através da rafe para o lado oposto da língua.

A Fig. 26A mostra uma nova posição da língua (comparada à
25 Fig. 25) devido às interações entre a estrutura magnética de língua descentralizada 70 e uma estrutura magnética externa 14, do tipo mostrado na Fig. 12C/E que, juntas, formam um modo de realização de um Sistema de Língua 10a. Forças de atração magnética entre a estrutura descentralizada 70 e a estrutura 14, na Fig. 26A, puxam a estrutura descentralizada 70 para a

parte de trás em direção à parede faríngea, abrindo um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

A Fig. 26B mostra uma nova posição da língua (comparada à Fig. 25) devido às interações entre a estrutura magnética de língua descentralizada 70 e uma estrutura magnética externa 14, do tipo mostrado na Fig. 12F, que formam outro modo de realização de um Sistema de Língua 10a. Forças de atração magnética entre a estrutura descentralizada 70 e a estrutura 14, na Fig. 26B, puxam a estrutura magnética descentralizada 70 em direção ao lado oposto da língua em relação à localização da estrutura magnética descentralizada 70, abrindo um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

A Fig. 27 mostra uma nova posição da língua (comparada à Fig. 25) devido às interações entre a estrutura magnética de língua descentralizada 70 e uma estrutura magnética interna 14' colocada dentro, ou sobre a parede faríngea posterior oposta à região da língua onde a estrutura magnética descentralizada 70 está implantada. A estrutura magnética interna 14' porta um ou mais ímãs 18 tendo uma polaridade voltada para a via respiratória, que é a mesma que a da estrutura magnética descentralizada 70. A estrutura magnética descentralizada 70 interage magneticamente com a estrutura de parede faríngea 14, por repulsão. Forças de repulsão magnética, entre a estrutura descentralizada 70 e a estrutura 14, na Fig. 27, empurram a estrutura magnética de língua 70 para a parte de trás em direção à boca, abrindo um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

25 C. Estruturas magnéticas tipo leme

A Fig. 28 mostra uma seção transversal de um duto faríngeico colapsado, como na Fig. 3, mas mostrado de outra perspectiva, o suficiente para provocar um episódio apneico. A Fig. 25 também mostra a língua com uma estrutura magnética tipo leme implantada 72. A estrutura magnética 72

compreende uma primeira região, ou braço 74, portando pelo menos dois imãs 16 orientados na mesma direção transversalmente ao longo da mediana da língua. Como pode ser visto na Fig. 28, a localização dos imãs 18 no braço 74 é descentralizada em relação, e geralmente perpendicular, à rafe da língua, como descrito previamente em relação à Fig. 25. Entretanto, ao contrário do modo de realização mostrado na Fig. 25, a estrutura magnética 72 inclui uma segunda região, ou braço 76 que se estende através da rafe para o lado oposto da língua. A região, ou braço 76, está livre, ou essencialmente livre, de imãs, de modo que essencialmente nenhum imã ocupa esta região da língua.

10 A região, ou o braço 76 livre de imã, que se estende para uma localização da língua não ocupada pelos imãs 16, atua como um leme. Estruturas magnéticas tipo leme 72, do tipo mostrado na Fig. 28, são variantes das estruturas magnéticas descentralizadas 70, mostradas na Fig. 25. A presença do leme 76 serve para mover mais tecido macio do que a estrutura descentralizada 70 mostrada na Fig. 25, e/ou para estabilizar ainda mais a estrutura 72, durante o uso.

20 A Fig. 29A mostra uma nova posição da língua (comparada à Fig. 28) devido às interações entre a estrutura magnética tipo leme 72 e uma estrutura magnética externa 14, do tipo mostrado nas Figs. 12C e 12E que, juntas, formam um modo de realização de um Sistema de Língua 10a. Forças de atração magnética, entre a estrutura tipo leme 72 e a estrutura 14, na Fig. 29A, puxam a porção magnética da estrutura de língua 72 para a parte de trás em direção à boca. Isto é devido aos imãs 16, da estrutura 72, ter uma polaridade-S voltada em direção à parte dianteira (anterior) da cavidade oral, e os imãs 18, da estrutura 14, ter uma polaridade-N oposta, voltada para dentro, em direção à cavidade oral, ou vice-versa. A porção tipo leme 76, estando essencialmente livre de imãs, não é atraída magneticamente, e permanece implantada no tecido, através da rafe, sobre o outro lado da língua. Como resultado, a estrutura 72 pivotará ao redor da porção tipo leme 76 em

direção à estrutura magnética externa 14. A área de superfície adicional da porção tipo leme 76 puxará mais tecido na direção do pivô, e também servirá como uma âncora de tecido que proporciona estabilidade global à estrutura 72. A interação magnética abre um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

A Fig. 29B mostra uma nova posição da língua (comparada à Fig. 25) devido às interações entre a estrutura magnética tipo leme 72 e uma estrutura magnética externa 14, do tipo mostrado na Fig. 12F, que formam outro modo de realização de um Sistema de Língua 10a. Forças de atração magnética entre a estrutura tipo leme 72 e a estrutura 14, na Fig. 29B, puxam a porção magnética 76 da porção magnética tipo leme da estrutura de língua 72 em direção ao lado oposto da língua em relação à localização da porção magnética da estrutura 72. Isto é devido aos ímãs 16, da estrutura 72, ter uma polaridade-S voltada para a parte dianteira (anterior) da cavidade oral e os ímãs 18, da estrutura 14, ter uma polaridade-N, oposta, voltada para dentro, em direção à cavidade oral, ou vice-versa. A porção tipo leme 76, estando essencialmente livre de ímãs, não é atraída magneticamente, e permanece implantada no tecido, através da rafe, sobre o outro lado da língua. Como resultado, a estrutura 72 pivotará ao redor da porção tipo leme em direção à estrutura magnética externa 14. A área de superfície adicional da porção tipo leme 76 puxará mais tecido na direção do pivô, e também servirá como uma âncora de tecido que proporciona estabilidade global à estrutura 72. A interação magnética abre um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

A Fig. 30 mostra uma nova posição da língua (comparada à Fig. 28) devido às interações entre a estrutura magnética tipo leme 72 e uma estrutura magnética interna 14 colocada dentro, ou sobre a parede faríngea posterior oposta à região da língua onde a estrutura magnética tipo leme 72 está implantada. A estrutura magnética interna 14 porta um ou mais ímãs 18

tendo uma polaridade voltada para a via respiratória, que é a mesma que a da estrutura magnética tipo leme 72. A estrutura magnética tipo leme 72 interage magneticamente com a estrutura de parede faríngea 14, por repulsão. Forças de repulsão magnética, entre a estrutura tipo leme 72 e a estrutura 14, na Fig. 30, empurram a porção magnética 74 da estrutura de língua 72 para a parte de trás em direção à boca. Isto é devido aos ímãs 16, da estrutura 72, ter uma polaridade-N voltada em direção à via respiratória, e os ímãs 18 da estrutura 14 ter a mesma polaridade-N voltada em direção à via respiratória, ou vice-versa. A porção tipo leme 76 estando essencialmente livre de ímãs, não é atraída magneticamente, e permanece implantada no tecido através da rafe, sobre o outro lado da língua. Como resultado, a estrutura 72 pivotará ao redor da porção tipo leme 76, para longe da estrutura magnética interna 14. A área de superfície adicional da porção tipo leme 76 empurrará mais tecido na direção do pivô, e também servirá como uma âncora de tecido que proporciona estabilidade global à estrutura 72. A interação magnética abre um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

A porção tipo leme de uma estrutura magnética tipo leme 72 pode ser dimensionada e configurada variadamente. Por exemplo, como mostrado nas Figs. 31A/B/C, o corpo principal 78 da estrutura 72 pode incluir uma porção tipo leme 76 tendo uma área de superfície que é aumentada provendo-se um apêndice 92 (ver Figs. 31A e 31B) que se projeta para fora, em um ângulo desejado (por exemplo, de 45° a 90°), a partir da porção tipo leme 76. Ou seja, (ver Figs. 31A e 31B), supondo-se que o corpo principal 78 da estrutura esteja situado ao longo de um eixo longitudinal 84, o eixo 82 do apêndice 92 se situa em um ângulo a partir do eixo longitudinal 84. O apêndice 92 dá maior profundidade ao implante global na direção do campo magnético. Geralmente, implantes magnéticos tendo profundidade maior aplicam mais força ao tecido, devido à área de superfície e massa aumentadas.

Portanto, o apêndice 92 serve para aplicar mais força e estabilidade ao implante. Adicionalmente, o apêndice 92 também pode portar fontes de magnetismo embutidas e, neste caso, o apêndice também poderia diminuir a distância entre a estrutura magnética 12 e uma estrutura magnética externa 14 com a qual ele interage magneticamente.

Como as Figs. 31C e 31D mostram, a localização do implante magnético 72, quando implantado, é desejavelmente centralizada em relação à rafe, com o eixo longitudinal 84 do corpo principal se estendendo transversalmente da rafe, e o eixo 82, do apêndice tipo leme 92, se estendendo geralmente paralelo à rafe. Como a Fig. 31C mostra, o implante 72 é dividido em duas partes pela rafe da língua. Sobre um lado 88 da rafe, pelo menos dois ímãs 16 são portados pela estrutura 70. Sobre o outro lado da rafe 86 situa-se a porção tipo leme 76 com o apêndice 92, que desejavelmente está livre, ou essencialmente livre, de material magnético. Como a Fig. 31D mostra a porção 76 e seu apêndice 92 atuam como um leme para ajudar a mover mais tecido de língua como resultado da atração e/ou repulsão magnética entre o lado portador de ímã 88 do implante e outra estrutura magnética, de um tipo descrito previamente.

As Figs. 32A e 32B mostram um modo de realização alternativo de uma estrutura magnética tipo leme 98 dimensionada e configurada para colocação em uma língua. No modo de realização, a estrutura magnética tipo leme 98 compreende um corpo principal 100 tendo um eixo longitudinal 104. O corpo principal 100 compreende uma primeira região 106 portando um primeiro arranjo de um ou mais ímãs 16 (1) e uma segunda região 108 portando um segundo arranjo de um ou mais ímãs 16 (2). Como as Figs. 32A e 32B mostram, a polaridade dos ímãs no primeiro arranjo 16 (1) é geralmente oposta à polaridade do segundo arranjo 16 (2). O corpo principal 100 compreende adicionalmente um apêndice tipo leme intermediário 112, entre as primeiras e segundas regiões 106 e 108, tendo um

eixo 102 que se projeta em um ângulo a partir do eixo longitudinal 104. O apêndice tipo leme 112 está desejavelmente livre, ou essencialmente livre, de ímãs. No modo de realização ilustrado (ver Figs. 32A e 32B), os ímãs do primeiro arranjo 16 (1) têm uma polaridade-N voltada na direção do apêndice tipo leme 112, e os ímãs do segundo arranjo 16 (2) têm uma polaridade-S voltada em direção ao apêndice tipo leme 112.

A Fig. 33 mostra uma seção transversal de um duto faríngeo colapsado, como na Fig. 3, mas mostrado de outra perspectiva, o suficiente para causar um episódio apneico. A Fig. 33 também mostra a estrutura tipo leme 98, mostrada nas Figs. 32A/B, implantada na língua. Como pode ser visto na Fig. 33, o corpo principal 100 está implantado com seu eixo longitudinal 104 se estendendo geralmente transversalmente da rafe da língua, com a primeira região 106 localizada sobre um lado da rafe e a segunda região 108 localizada sobre o lado oposto da rafe. O apêndice tipo leme 112 ocupa a rafe entre as primeiras e segundas regiões, e o eixo 102, do apêndice tipo leme 112, se estende geralmente paralelo à rafe.

A Fig. 34A mostra uma nova posição da língua (comparada à Fig. 33) devido às interações entre a estrutura tipo leme 98, mostrada nas Figs. 32A/B, e uma estrutura magnética externa 14, do tipo mostrado nas Figs. 12C/E que, juntas, formam um modo de realização de um Sistema de Língua 10a. A estrutura 14 porta ímãs 18 tendo polaridades voltadas para a cavidade oral, que são opostas às polaridades dos ímãs do segundo arranjo 16 (2) e as mesmas polaridades dos ímãs do primeiro arranjo 16 (1). No modo de realização ilustrado, os ímãs 18 têm uma polaridade-N voltada para a cavidade oral. Como resultado, forças de atração magnética são geradas entre a estrutura 14 e o segundo arranjo 16 (2), enquanto forças de repulsão magnética são geradas entre a estrutura 14 e o primeiro arranjo 16 (1). As forças de atração puxam a segunda porção 108 da estrutura 98 para a parte de trás em direção à boca, enquanto as forças de repulsão empurram a primeira

porção 106 da estrutura 98, para a parte da frente em direção à parede faríngea. O apêndice tipo leme 112, estando essencialmente livre de ímãs, não é atraído ou repellido magneticamente, e permanece implantado no tecido, na região da rafe, entre os dois lados opostos da língua. O leme estabiliza o empurra-e-puxa das diferentes interações magnéticas. As interações magnéticas abrem um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

Fig. 34B mostra uma nova posição da língua (comparada à Fig. 33) devido às interações entre a estrutura tipo leme mostrada nas Figs. 32A/B, e uma estrutura magnética externa 14, do tipo mostrado na Fig.12E, que formam outro modo de realização de um Sistema de Língua. A estrutura 14 porta ímãs 18 apenas sobre o lado da língua ocupado pelo primeiro arranjo 16 (1). Os ímãs 18 têm uma polaridade voltada para a cavidade oral, que é a mesma que as polaridades dos ímãs do primeiro arranjo 16 (1) e oposta às polaridades dos ímãs do segundo arranjo 16 (2). As forças de atração puxam a segunda porção 108, da estrutura 98, em direção ao lado oposto da língua, enquanto as forças de repulsão empurram a primeira porção 106 da estrutura, para a parte da frente, em direção à parede faríngea. O apêndice tipo leme 112, estando essencialmente livre de ímãs, não é atraído ou repellido magneticamente, e permanece implantado no tecido, na região da rafe, entre os dois lados opostos da língua. Como resultado, a segunda porção 108 da estrutura 98 pivotará em direção à estrutura magnética externa 14, quando a primeira porção 106 da estrutura 98 pivota para longe da estrutura magnética externa 14. O apêndice tipo leme 112 estabiliza o empurra-e-puxa das diferentes interações magnéticas, e puxará mais tecido na direção do pivô. As interações magnéticas abrem um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

A Fig. 35 mostra uma nova posição da língua (comparada à Fig. 33) devido às interações entre a estrutura tipo leme mostrada nas Figs.

32A/B, e uma estrutura magnética interna 14 colocada dentro, ou sobre a parede faríngea posterior oposta à região da língua onde o primeiro arranjo da estrutura está implantado. A estrutura magnética interna 14 porta um ou mais ímãs 18 tendo uma polaridade voltada para a via respiratória, que é a mesma que a dos ímãs no segundo arranjo 16 (2) e que é oposta aos ímãs no primeiro arranjo 16 (1). Como resultado, forças de repulsão magnética são geradas entre a estrutura 14 e o segundo arranjo 16 (2), enquanto forças de atração magnética são geradas entre a estrutura 14 e o primeiro arranjo 16 (1). As forças de repulsão empurram a segunda porção 108 da estrutura 98 em direção à cavidade oral, enquanto as forças de atração puxam a primeira porção 106 da estrutura, para a parte da frente, em direção à parede faríngea. O apêndice tipo leme 112, estando essencialmente livre de ímãs, não é atraído nem repellido magneticamente, e permanece implantado no tecido, na região da rafe, entre os dois lados opostos da língua. Como resultado, a segunda porção 108 da estrutura 98 pivotará para longe da estrutura magnética interna 14, quando a primeira porção 106, da estrutura 98, pivota em direção à estrutura magnética interna 14. O apêndice tipo leme 112 estabiliza o empurra-e-puxa das diferentes interações magnéticas, e puxará tecido na direção do pivô. As interações magnéticas abrem um lado da via respiratória faríngea, o suficiente para impedir o episódio apneico.

D. Ímã de ferro com um componente elástico

Em um modo de realização alternativo, uma estrutura ferromagnética implantável 136, usada na língua, palato mole, ou parede faríngea, pode compreender material ferromagnético 138 acoplado a um ou mais componentes elásticos 140, como mostrado nas Figs. 41A e 41B. O componente elástico acoplado ao material ferromagnético 138 é dimensionado e configurado para se curvar sob carga de uma maneira determinada e para recuperar uma forma inicial quando descarregado. Como mostrado nas Figs. 41A e 41B, o componente elástico 140 compreende uma

mola.

A forma da mola do componente elástico 140 pode variar. Pode, por exemplo, compreender uma mola de tração ou compressão helicoidal, na qual o fio é enrolado em uma bobina que se assemelha a uma rosca de parafuso, como mostrado na Fig. 41A. Alternativamente, o componente elástico 140 pode compreender uma mola de lâmina, compreendendo elementos de placa fixados. Ainda alternativamente, o componente elástico 140 pode compreender uma mola espiral feita de tira ou fio liso embobinado ao redor do material ferromagnético 138. Ainda alternativamente, o componente elástico 140 pode compreender uma mola de barra de torção.

O material ferromagnético 138 compreende desejavelmente um ou mais ímãs permanentes. A forma do material ferromagnético 138 não precisa ser cilíndrica, como mostrado na Fig. 41A. Outros tamanhos, formas, e configurações podem ser usados, incluindo cubos, pirâmides, tetraedros, e vários poliedros.

Como mostrado na Fig. 41A, o componente elástico 140 pode ser feito de metal ou de um polímero, desejavelmente um material polimérico rígido. O componente elástico 140 pode consistir de uma única peça ou compreender uma construção de múltiplos componentes elásticos. Na forma de mola, a forma do componente elástico 140 não precisa ser helicoidal (como mostrado na Fig. 41A), e outras construções capazes de se curvar sob carga podem ser usadas. A montagem de um componente elástico 140 em forma de mola poderia se assemelhar a um trampolim com múltiplas molas, ou componentes elásticos, acoplados perifericamente ao redor do material ferromagnético 138. O componente elástico 140 em forma de mola também pode ser ajustado para qualquer quantidade de força necessária, modificando-se o passo, o número de voltas, a espessura e o ângulo global no “cone” da mola.

Como mostrado na Fig. 41B, a configuração do componente elástico 140 em forma de mola torna possível seu uso como uma âncora capaz de acoplar o material ferromagnético 138 ao tecido macio, por torção. A presença do componente elástico 140 em forma de mola pode, desse modo, eliminar a necessidade de usar suturas para o acoplamento da estrutura 136 ao tecido macio. O componente elástico 140 em forma de mola pode igualmente ser fixado (por exemplo, como um parafuso de osso) a uma estrutura de osso, e, neste arranjo, também serve como um dispositivo de amarração para a estrutura ferromagnética 138. Em qualquer forma, o componente elástico 140 pode ser embutido ou revestido em uma matriz de silicone ou de material macio, como pode ser o material ferromagnético 138. A presença do componente elástico na estrutura ferromagnética 136 pode ajudar a estabilizar o torque em um sistema que incorpore implantes ferromagnéticos. A estabilização do torque pode trazer maior previsibilidade aos implantes ferromagnéticos.

E. Modos de realização alternativos para os Sistemas de Língua, Palato Mole e Combinado

Em determinados casos, os Sistemas de Língua, Palato Mole, e Combinado descritos acima podem não prover força magnética de atração suficiente para manter uma via respiratória desobstruída. Sob estas circunstâncias, o respectivo Sistema inclui, desejavelmente, pelo menos uma estrutura adicional que interaja para prover uma força magnética que complemente a força magnética de atração para manter uma via respiratória desobstruída.

1. Sistema de Língua complementar

As Figs. 4E e 4F mostram modos de realização alternativos do Sistema de Língua que provê uma força magnética complementar para se opor, ainda mais, ao colapso da língua. No modo de realização representativo mostrado nas Figs. 4E e 4F, a estrutura magnética 12 está posicionada dentro,

ou sobre a língua, como descrito previamente. Mais especificamente, a estrutura magnética 12 pode ser posicionada na região anterior ou posterior da língua. Na Fig. 4E, a estrutura magnética 14 (como descrito previamente), com a qual a estrutura magnética 12 interage por atração, está posicionada do lado de fora da via respiratória (por exemplo, sobre o queixo), enquanto na Fig. 4D, a estrutura magnética 14 está posicionada dentro da via respiratória (por exemplo, na cavidade oral).

Além disso, como mostrado nas Figs. 4E e 4F, para prover uma força magnética complementar para se opor, ainda mais, ao colapso da língua, o Sistema de Língua inclui uma estrutura magnética 15 posicionada dentro, ou sobre a parede faríngea posterior, geralmente oposta à estrutura magnética 12 dentro, ou sobre a língua. A estrutura magnética 15 porta pelo menos um material magnético 19 que, por interações magnéticas com a estrutura 12, gera uma força magnética que inclui pelo menos um vetor, ou componente, que repele magneticamente a estrutura 12 dentro, ou sobre o tecido móvel da língua, para longe da estrutura 15, dentro, ou sobre o tecido relativamente menos móvel da parede faríngea. No modo de realização ilustrado, o material magnético 19 da estrutura 15 tem uma polaridade que é a mesma que a polaridade da estrutura magnética 12 que ela confronta através da via respiratória. A estrutura magnética 15, desse modo, interage com a estrutura magnética 12 através da via respiratória, por repulsão. A interação magnética de repulsão, entre a estrutura magnética 15 e a estrutura magnética 12, na via respiratória posterior, serve para estabilizar a língua e se opor ao colapso da língua contra a parede faríngea, durante o sono. A interação magnética de repulsão, entre as estruturas 12 e 15, na via respiratória posterior, complementa a interação magnética de atração entre as estruturas 12 e 14 na via respiratória anterior, que serve, do mesmo modo, para se opor à movimentação para a frente, ou outra, da língua em direção à parede faríngea posterior. As forças magnéticas complementares impedem, no todo ou em

parte, a ocorrência de condição de tecido obstruindo a via respiratória, mostrada na Fig. 3. A força magnética, entre as primeiras e segundas estruturas ferromagnéticas 12 e 14, acoplada com a força magnética entre as estruturas ferromagnéticas 12 e 15, trabalham, em conjunto, para manter a via respiratória aberta (ou seja, desobstruída), durante o sono.

2. Sistema de Palato Mole complementar

As Figs. 5C e 5D mostram modos de realização alternativos do Sistema de Palato Mole que provê uma força magnética complementar para se opor, ainda mais, ao colapso do palato mole/úvula. No modo de realização representativo mostrado nas Figs. 5C e 5D, a estrutura magnética 12 está posicionada dentro, ou sobre o palato mole/úvula, como descrito previamente. Na Fig. 5C, a estrutura magnética 14 (também como descrito previamente), com a qual a estrutura magnética 12 interage por atração, está posicionada fora da via respiratória (por exemplo, sobre o queixo), enquanto na Fig. 5D, a estrutura magnética 14 está posicionada dentro da via respiratória (por exemplo, na cavidade oral).

Além disso, como mostrado nas Figs. 5C e 5D, para prover uma força magnética complementar para se opor, ainda mais, ao colapso do palato mole/úvula, o Sistema de Palato Mole inclui uma estrutura magnética 15 posicionada dentro, ou sobre a parede faríngea posterior, geralmente oposta à estrutura magnética 12 no palato mole/úvula. A estrutura magnética 15 porta pelo menos um material magnético 19 que, por interações magnéticas com a estrutura 12, gera uma força magnética que inclui pelo menos um vetor, ou componente, que repele magneticamente a estrutura 12 dentro, ou sobre o tecido móvel do palato mole/úvula, para longe da estrutura 15 dentro, ou sobre o tecido relativamente menos móvel da parede faríngea. No modo de realização ilustrado, o material magnético 19 da estrutura 15 tem uma polaridade que é a mesma que a polaridade da estrutura magnética 12 que ela confronta através da via respiratória. A estrutura magnética 15, desse

modo, interage com a estrutura magnética 12 através da via respiratória, por repulsão. A interação magnética de repulsão entre a estrutura magnética 15 dentro, ou sobre a parede faríngea e a estrutura magnética 12 dentro, ou sobre o palato mole/úvula, serve para estabilizar o palato mole/úvula e se opor ao colapso do palato mole/úvula contra a parede faríngea, durante o sono. A interação magnética de repulsão, entre as estruturas 12 e 15, na via respiratória posterior, complementa a interação magnética de atração entre as estruturas 12 e 14 na via respiratória anterior, a qual, serve, do mesmo modo, para se opor à movimentação para a frente, ou outra, do palato mole/úvula em direção à parede faríngea posterior. As forças magnéticas complementares impedem, no todo ou em parte, a ocorrência da condição de tecido obstruindo a via respiratória mostrada na Fig. 3. A força magnética entre as primeiras e segundas estruturas ferromagnéticas 12 e 14, acoplada com a força magnética entre as estruturas ferromagnéticas 12a/12b e 15a/15b, trabalham, em conjunto, para manter a via respiratória aberta (ou seja, desobstruída), durante o sono.

3. Sistema Combinado complementar

As Figs. 6C e 6D mostram modos de realização alternativos do Sistema Combinado que provê uma força magnética complementar para se opor, ainda mais, ao colapso da língua e do palato mole/úvula. No modo de realização representativo mostrado nas Figs. 6C e 6D, a estrutura magnética 12b está posicionada dentro, ou sobre a língua, enquanto a estrutura magnética 12a está posicionada dentro, ou sobre o palato mole/úvula, como descrito previamente. Mais especificamente, a estrutura magnética 12b pode ser posicionada na região anterior ou posterior da língua. Na Fig. 6C, a estrutura magnética 14 (também como descrito previamente), com a qual as estruturas magnéticas 12a e 12b interagem por atração, está posicionada fora da via respiratória (por exemplo, sobre queixo), enquanto na Fig. 6D, a estrutura magnética 14 está posicionada dentro da via respiratória (por

exemplo, na cavidade oral).

Além disso, como mostrado nas Figs. 6C e 6D, para prover uma força magnética complementar para se opor, ainda mais, ao colapso da língua e do palato mole/úvula, o Sistema Combinado inclui uma estrutura magnética 15a e uma estrutura magnética 15b. A estrutura magnética 15a está posicionada dentro, ou sobre a parede faríngea posterior, geralmente oposta à estrutura magnética 12a, dentro, ou sobre o palato mole/úvula. A estrutura magnética 15b está posicionada dentro, ou sobre a parede faríngea posterior, geralmente oposta à estrutura magnética 12b, dentro, ou sobre a língua. Cada estrutura 15a e 15b porta pelo menos um material magnético 19 que, por interações magnéticas com a estrutura associada, respectivamente 12a e 12b, gera uma força magnética que inclui pelo menos um vetor, ou componente, que repele magneticamente a respectiva estrutura 12a e 12b, dentro, ou sobre o tecido móvel do palato mole/úvula, ou língua, para longe da estrutura 15, dentro, ou sobre o tecido relativamente menos móvel da parede faríngea. No modo de realização ilustrado, o material magnético 19 da estrutura 15 tem uma polaridade que é a mesma que a polaridade da estrutura magnética, respectivamente 12a e 12b, que ela confronta através da via respiratória. As estruturas magnéticas 15a e 15b, desse modo, interagem com as estruturas magnéticas, respectivamente 12a e 12b, através da via respiratória, por repulsão. A interação magnética de repulsão entre a estrutura magnética 15a, dentro, ou sobre a parede faríngea e a estrutura magnética 12a, dentro, ou sobre o palato mole/úvula, serve para estabilizar o palato mole/úvula e se opor ao colapso do palato mole/úvula contra a parede faríngea, durante o sono. Do mesmo modo, a interação magnética de repulsão entre a estrutura magnética 15b, dentro, ou sobre a parede faríngea e a estrutura magnética 12b, dentro, ou sobre a língua, serve para estabilizar a língua e se opor ao colapso da língua contra a parede faríngea, durante o sono. As interações magnéticas de repulsão entre as estruturas 12a/12b e 15a/15b, na via respiratória posterior,

complementam a interação magnética de atração entre as estruturas 12a/12b e 14, a qual, do mesmo modo, serve para se opor à movimentação para a frente, ou outra, do palato mole/úvula, e/ou língua, contra a parede faríngea posterior. As forças magnéticas complementares impedem, no todo ou em parte, a ocorrência da condição de tecido obstruindo a via respiratória mostrada na Fig. 3. A força magnética, entre as primeiras e segundas estruturas ferromagnéticas 12 e 14, acoplada com a força magnética entre as estruturas ferromagnéticas 12a/12b e 15a/15b, trabalham em conjunto para manter a via respiratória aberta (ou seja, desobstruída), durante o sono.

10 V. FORÇAS NECESSÁRIAS PARA MANTER UMA VIA RESPIRATÓRIA DESOBSTRUÍDAS

Como as Figs. 36 e 37 mostram de maneira diagramática, para um dado indivíduo, que um valor pode ser atribuído a uma força necessária para manter a separação entre o tecido da língua (Fig. 36), ou o tecido do palato mole/úvula (Fig. 37) da parede faríngea posterior, para se opor, desse modo, ao colapso de uma via respiratória, durante um episódio apneico. Esta força, designada F-sep nas Figs. 36 e 37, pode ser obtida pela medição física de um dado indivíduo, ou pode ser baseada em medições tomadas durante um estudo de cadáver, ou pode ser selecionada empiricamente baseada em 15 considerações anatômicas gerais para uma população de indivíduos, ou uma 20 combinação destas e de outras considerações.

Para um dado indivíduo, também pode ser atribuído um valor para uma força de contrabalanceamento (designada F-nat nas Figs. 36 e 37), que representa a força exercida pela atividade muscular natural em cima da língua (Fig. 36), ou do palato mole/úvula (o Fig. 37), para permitir a 25 deglutição, mastigação, ou fala durante a função normal da via respiratória. A força F-nat também pode ser obtida pela medição física de um dado indivíduo, ou pode ser selecionada empiricamente baseada em considerações anatômicas gerais para uma população de indivíduos, ou em uma combinação

destas e de outras considerações.

Como mostrado nas Figs. 36 e 37, a força magnética (F-mag) que um dado sistema desenvolve pode ser expressa como uma função de F-sep e F-nat ou, $F\text{-mag} = f(F\text{-sep}, F\text{-nat})$. A força magnética pode compreender uma força de atração (ou seja, uma força em uma direção essencialmente da parte anterior para a posterior, entre a língua ou palato mole/úvula e a estrutura magnética de atração usada sobre o queixo, ou pescoço, ou sobre os dentes dentro da cavidade oral), uma força de repulsão (ou seja, uma força em uma direção essencialmente da parte anterior para a posterior, entre estruturas magnéticas de repulsão na língua e parede faríngea posterior), e/ou uma força de torque (ou seja, uma força, ou um momento de uma força que tenda a girar a língua, ou o palato mole/úvula, ao redor de um eixo), e/ou uma força descentralizante (ou seja, uma força em uma direção essencialmente lateral, ou lado-a-lado, que tenda a deslocar a língua, ou o palato mole/úvula, para a esquerda ou direita), ou uma combinação de duas ou mais destas forças. A força magnética F-mag mantém uma separação entre a língua e a parede faríngea posterior (Fig. 36), ou entre a úvula e a parede faríngea posterior (Fig, 37), ou combinações destas, dependendo do efeito terapêutico desejado.

A função incorpora desejavelmente a premissa de que $F\text{-sep} \leq F\text{-nat}$, de modo que F-nat possa superar F-sep para preservar a função normal da via respiratória. De fato, F-nat é o limite superior para a quantidade de força usada, o qual, para se conseguir uma terapia eficaz de OSA, a F-sep não deveria ultrapassar. A função também incorpora desejavelmente a premissa de que $F\text{-mag} \geq F\text{-sep}$, de modo que a separação desejada entre a língua e a parede faríngea posterior seja mantida. No caso de sistemas ativados somente durante a noite, F-nat será necessariamente um valor maior, uma vez que as únicas atividades que precisam ser capaz de continuar durante o sono são deglutição e tosse, que exigem mais força do que a fala.

A função soluciona F-sep e F-nat para prover uma força terapêutica ótima que, durante a noite, se oponha ao colapso da língua, ou do palato mole/úvula, contra a parede faríngea, durante o sono e, contudo, não afete a fala, deglutição ou o ato de beber, durante atividades normais, quando o sistema estiver ativado.

A função também inclui, desejavelmente, um fator de tolerância ΔTol , que leva em consideração que F-nat pode aumentar com o tempo após a implantação, uma vez que um indivíduo desenvolva a tolerância à F-mag. Desse modo, F-nat pode aumentar com o tempo após a implantação, uma vez que o próprio indivíduo treina para exercer mais força durante a deglutição, ou fala, na presença de F-mag, para manter a função normal da via respiratória. A natureza do fator de tolerância ΔTol pode ser verificada pela medição física de um dado indivíduo, ou pode ser selecionada empiricamente baseada em considerações anatômicas gerais para uma população de indivíduos, ou uma combinação destas e de outras considerações.

Além disso, ao chegar ao valor absoluto de F-sep para a língua (quer em relação à parede faríngea, ou úvula, ou ambos), verificou-se que F-sep, para a língua, pode ter dois componentes. O primeiro componente é a força terapêutica desejada $F(z)$ que é desenvolvida em uma direção, da parte anterior para a posterior, que impede que a língua caia para trás, em cima da parede faríngea posterior, ou úvula. O segundo componente é uma força de carregamento lateral descentralizante indesejada $F(y)$ que pode ser exercida devido às descontinuidades da força magnética nas bordas do implante de língua. Foi observado que, quando as bordas de um implante magnético de língua começam a ficar mal alinhadas com a outra estrutura magnética (sobre o queixo, ou no pescoço, ou sobre os dentes, ou na úvula), os imãs, nas bordas do implante de língua, podem começar se torcer em uma tentativa deles próprios se orientarem para um arranjo de atração mais desejado. Isto pode fazer com que o implante de língua se torça ou vire. A força de carregamento

lateral descentralizante $F(y)$ é um produto destas descontinuidades da borda, que movem a língua lateralmente, ou seja, para o lado (o palato mole/úvula, estando ancorado anatomicamente sobre três ou quatro lados, é significativamente mais resistente a uma força de carregamento lateral do que a língua, que está essencialmente ancorada apenas sobre o lado posterior).

Um valor desejado de força terapêutica $F(z)$ pode, se as descontinuidades da borda não forem moderadas, mover indesejavelmente a língua, lateralmente. O valor das descontinuidades da borda, ou seja, o valor de $F(y)$, pode ser titulado e controlado pelo projeto de outra estrutura magnética, por exemplo, direcionando-se os campos magnético das regiões posterior e média da estrutura em um ângulo em relação à direção dos campos magnéticos da região anterior, como mostrado nas Figs. 16A/B. Além disso, estabilizando-se o implante de língua das maneiras descritas previamente, por exemplo, pela presença de um leme, como mostrado nas Figs. 28 a 35, ou pelo uso de ímãs móveis, como mostrado nas Figs. 21 a 23, os efeitos desestabilizantes de $F(y)$ também podem ser neutralizados.

Uma estratégia de escalonamento da força de implante, como aquela mostrada na Fig. 38, pode ser baseada em uma apreciação destas considerações. Na Fig. 38, o valor de uma força aplicada em uma direção, da parte anterior para a posterior, em cima da língua, necessária para conseguir o efeito terapêutico desejado (ou seja, F-sep) está indicado por A. Como indicado antes, esta é a força necessária para separar o tecido da língua da parede faríngea posterior, ou úvula, ou ambos, para, desse modo, se opor ao colapso de uma via respiratória, durante um episódio apneico. A força F-sep (também mostrada na Fig. 36), pode ser obtida por medição física ou selecionada empiricamente baseada em considerações anatômicas gerais para uma população de indivíduos, ou por uma combinação destas e outras considerações.

Na Fig. 38, o valor da resistência (F-res) de uma dada língua

medialmente descentralizada, em resposta a uma carga lateral externa, está indicado por B.. O valor específico de F-res pode ser obtido pela medição física de um dado indivíduo, ou pode ser baseado em estudos de cadáver, ou pode ser selecionado empiricamente baseado em considerações anatômicas gerais para uma população de indivíduos, ou em uma combinação destas e outras considerações. Na Fig. 38, o valor de F-res (B) está expresso como uma porcentagem de F-sep (A). Ou seja, sobre o eixo-y, F-sep (A) está expresso como 100% e F-res (B) está expresso como 60%. A relação particular entre F-sep e F-res pode variar baseada em considerações anatômicas.

Na Fig. 38, o valor da força, da parte anterior para a posterior, $F(z)$, gerada por uma dada estrutura magnética de atração (sobre o queixo, ou pescoço, ou sobre os dentes, ou na úvula, ou combinações destes) está indicado por C. Como mostra a Fig. 38, pela inclinação de C, este valor de $F(z)$ varia como uma função da distância entre a estrutura magnética de atração e o implante de língua, bem como, como uma função das características estruturais particulares e estabilização do próprio implante de língua.

Na Fig. 38, o valor da força de carga lateral $F(y)$ gerada pelo dado implante de parede faríngea está indicado por D. A inclinação e o valor de D variarão baseados no projeto de implante de parede faríngea, ou do implante de úvula, particularmente em relação à moderação de descontinuidades da borda, como descrito previamente. A inclinação e o valor de D também dependerão de características estruturais particulares e da estabilização do próprio implante de língua.

Para um dado sistema de força magnética afetando a língua, o valor de $F(z)$, em relação ao valor de $F(y)$, representa um Fator de Escalonamento de Implante (F-scale). O F-scale pode ser expresso como uma relação de $F(z)$ para $F(y)$; ou seja, $F\text{-scale} = F(z) / F(y)$. O valor de F-scale, para um dado sistema de força magnética afetando a língua, indica que o

sistema provavelmente conseguirá o efeito terapêutico desejado sem descentralizar a língua.

Verificou-se que, para um dado sistema de força magnética afetando a língua, é desejável um F-scale ≥ 1 . Para um dado sistema de força magnética afetando a língua, um F-scale < 1 indica que ocorrerá descentralização da língua, que desloca o efeito terapêutico desejado. Um F-scale < 1 indica que as descontinuidades da borda da estrutura magnética de atração (sobre o queixo, ou no pescoço, ou sobre os dentes) deveriam ser reduzidas ou moderadas, e/ou que meios para estabilizar o implante de língua são justificados.

A Fig. 38 também se propõe, ela própria, a uma estratégia de escalonamento de força de implante. As interseções de C e de D com A e B definem uma região de operação ótima E, para um sistema de força magnética afetando a língua. Na região E, F (z) está no, ou acima do valor que consegue o efeito terapêutico desejado mas, onde F (y), não é o valor no qual o carregamento lateral (ou seja, descentralização da língua) ocorrerá.

Experimentalmente, foi determinado que a força F-mag, provavelmente necessária para manter uma via respiratória aberta em um cadáver usando-se um sistema de força magnética que afeta a língua, não é mais do que 1000g. Acredita-se que sistemas de implante de língua magnéticos exijam uma força de, aproximadamente, 2 até cerca de 750g para manter uma via respiratória desobstruída. Mais especificamente, acredita-se que uma força na faixa de 5 a cerca de 600g proveja os benefícios terapêuticos desejados, em combinação com o controle das descontinuidades de borda na outra estrutura magnética sobre o queixo, ou pescoço, ou sobre os dentes, e a estabilização do próprio implante de língua.

Acredita-se, igualmente, que F-mag para um sistema de força magnética que afete o palato, também não deveria ser mais do que 1000g. Mais especificamente, para um sistema de força magnética que afete o palato,

acredita-se que um F-mag de força de, aproximadamente, 3 a 800g proverá benefícios terapêuticos sem afetar, adversamente, o funcionamento normal da via respiratória.

VI. CONCLUSÃO

5 Embora a apresentação deste seja detalhada e exata para permitir que aqueles peritos na técnica pratiquem a invenção, os modos de realização físicos aqui apresentados simplesmente exemplificam a invenção, que pode ser incorporada em outra estrutura específica. Embora o modo de realização preferido tenha sido descrito, os detalhes podem ser mudados sem
10 fugir da invenção, que é definida pelas reivindicações.

Os modos de realização desta invenção descritos acima são meramente descritivos de seus princípios e não devem ser limitados. Em vez disso, o escopo desta invenção será determinado a partir do escopo das reivindicações a seguir, incluindo seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema, caracterizado pelo fato de compreender:

5 uma primeira estrutura dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma língua, a primeira estrutura incluindo um material ferromagnético,

uma segunda estrutura dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma região de um palato mole ou úvula, a segunda estrutura incluindo um material ferromagnético, e

10 uma terceira estrutura dimensionada e configurada para colocação em ou sobre um tecido em uma relação desejada anterior das primeira e segunda estruturas, a terceira estrutura incluindo um material magnético que interage magneticamente com ambos os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos pela atração de ambos os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos.

15 2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos primeiro e segundo materiais ferromagnéticos incluir um material não-magnetizado.

20 3. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos primeiro e segundo materiais ferromagnéticos incluir um arranjo ordenado compreendendo uma pluralidade de materiais não-magnetizados.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos primeiro e segundo materiais ferromagnéticos incluir um material magnetizado.

25 5. Sistema de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de incluir adicionalmente pelo menos uma estrutura adicional dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma parede faríngea posterior transversa a pelo menos uma das primeira e segunda estruturas, a pelo menos uma estrutura adicional incluindo um material magnético que

interage magneticamente com o material magnetizado da pelo menos uma das primeira e segunda estruturas pela repulsão do material magnetizado da pelo menos uma das primeira e segunda estruturas.

5 6. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos primeiro e segundo materiais ferromagnéticos incluir um arranjo ordenado compreendendo uma pluralidade de materiais magnetizados.

10 7. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das primeira e segunda estruturas incluir um portador flexível permitindo flexão da respectiva primeira estrutura e/ou segunda estrutura.

15 8. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das primeira e segunda estruturas incluir um material magnético que se move dentro das respectivas primeira e/ou segunda estruturas em resposta à interação magnética com uma estrutura magnética.

9. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da terceira estrutura se dimensionada e configurada para colocação em uma cavidade oral anterior da língua e região do palato mole ou úvula.

20 10. Sistema de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato da terceira estrutura compreender um utilitário dimensionado e configurado para se ajustado sobre um ou mais dentes.

25 11. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da terceira estrutura ser dimensionada e configurada para colocação em ou sobre tecido externo a uma cavidade oral anterior à língua e palato mole.

12. Sistema de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato da terceira estrutura ser dimensionada e configurada para ser suada sobre um pescoço e/ou uma mandíbula e/ou um queixo.

13. Sistema de acordo com a reivindicação 12, caracterizado

pelo fato da terceira estrutura incluir um portador que permite liberação seletiva da terceira estrutura quando interação magnética com os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos não ser desejada e o uso da terceira estrutura quando a interação magnética for desejada.

5 14. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do material magnético da terceira estrutura se mover dentro da terceira estrutura em resposta à interação magnética com outro material magnético.

10 15. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da primeira estrutura, a segunda estrutura e a terceira estrutura interagirem pelo desenvolvimento de força magnética atrativa entre o material magnético e o primeiro material ferromagnético e entre o material magnético e o segundo material ferromagnético, a força magnética tendo uma magnitude $F\text{-mag}$, e onde:

15 $F_{\text{mag}} = f(F\text{-sep}, F\text{-nat}),$

$F\text{-sep}$ compreende uma força necessária para separar a língua e o palato mole ou úvula do tecido em uma via respiratória durante o sono, e

20 $F\text{-nat}$ compreende uma força exercida por músculos nativos sobre a língua e o palato mole ou úvula durante ingestão e/ou bebida e/ou fala.

 16. Sistema de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato da magnitude de $F\text{-sep} \leq$ a magnitude de $F\text{-nat}$.

 17. Sistema de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato da magnitude de $F\text{-mag} \geq$ a magnitude de $F\text{-sep}$.

25 18. Sistema de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato da magnitude de $F\text{-sep} \leq$ a magnitude de $F\text{-mag}$ e $F\text{-sep} \leq$ a magnitude de $F\text{-nat}$.

 19. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da primeira estrutura incluir um conjunto de amarração para

estabilizar o primeiro material ferromagnético no tecido da língua.

20. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da primeira estrutura incluir um conjunto de amarração para acoplar o primeiro material ferromagnético ao tecido da língua.

5 21. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da primeira estrutura ser dimensionada e configurada para colocar o primeiro material ferromagnético apenas sobre um lado lateral da língua.

10 22. Sistema de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato da primeira estrutura incluir um conjunto tipo leme dimensionado e configurado para ocupar o outro lado lateral da língua.

23. Sistema de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato do conjunto tipo leme ser essencialmente livre de material ferromagnético.

15 24. Método, caracterizado pelo fato de compreender:
prover um sistema como definido na reivindicação 1,
colocar a primeira estrutura em ou sobre tecido na língua,
colocar a segunda estrutura em ou sobre tecido em uma
relação desejada anterior das primeira e segunda estruturas, e

20 estabilizar uma orientação desejada da língua e palato mole ou úvula pela interação magnética entre o material magnético e os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos.

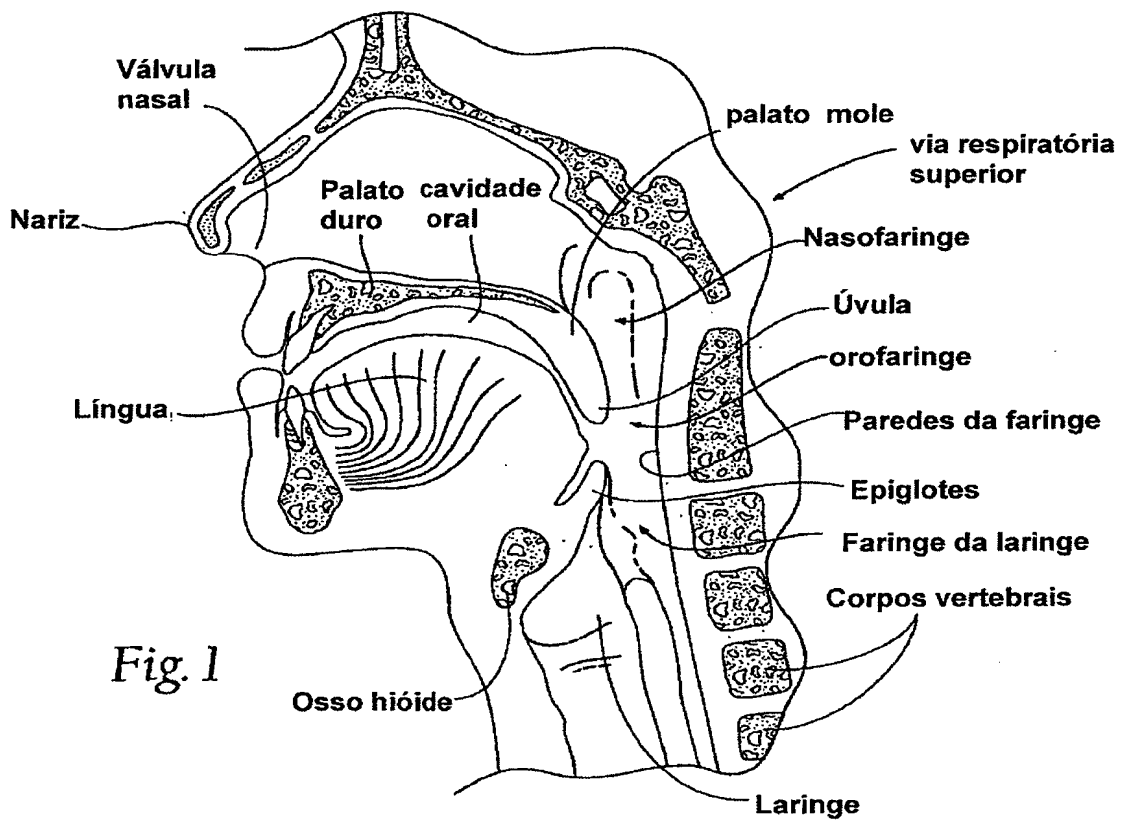
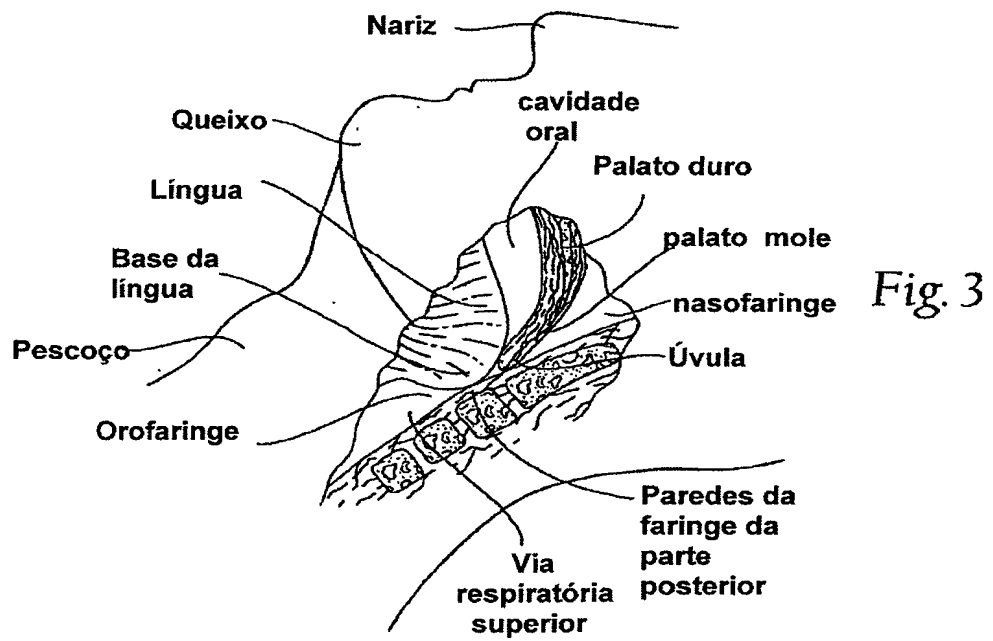
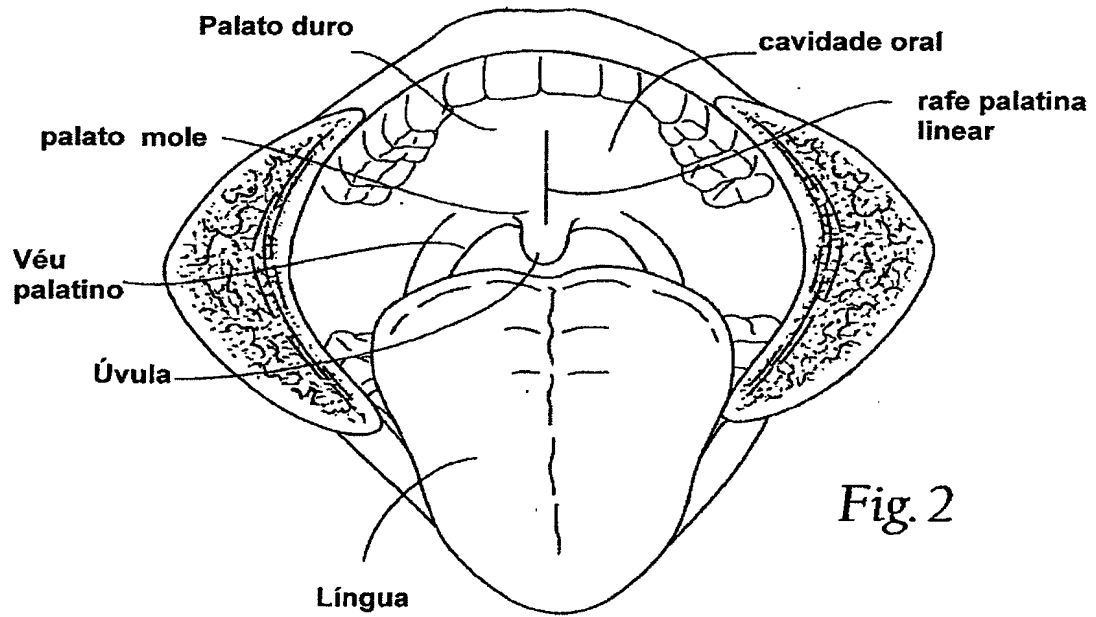


Fig. 1



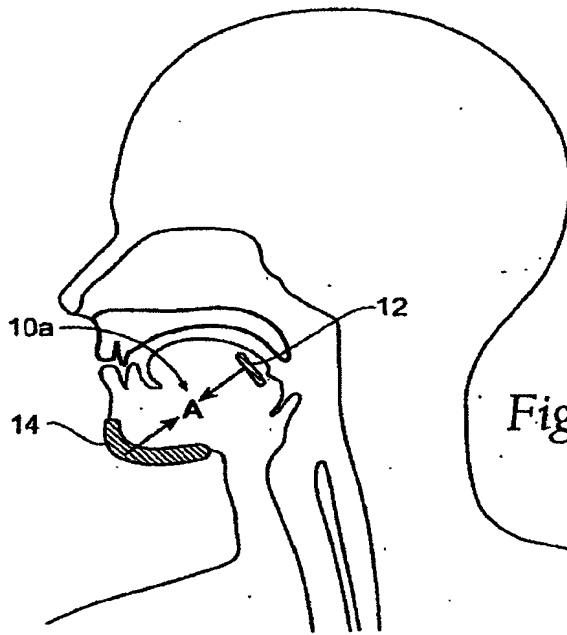


Fig. 4A

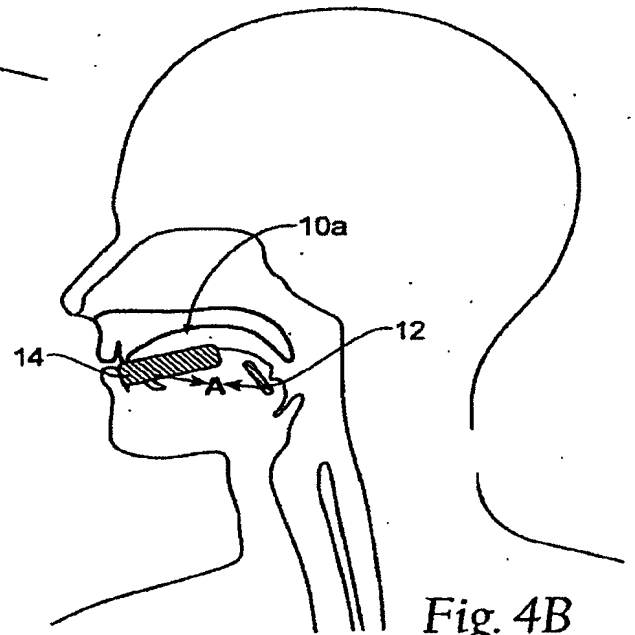


Fig. 4B

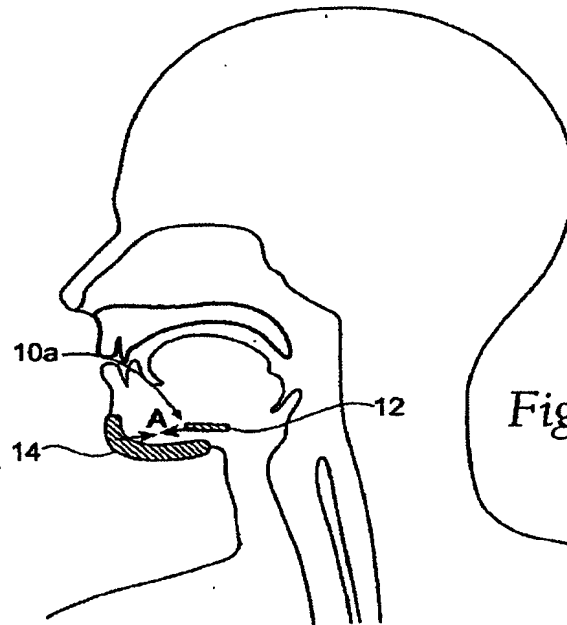


Fig. 4C

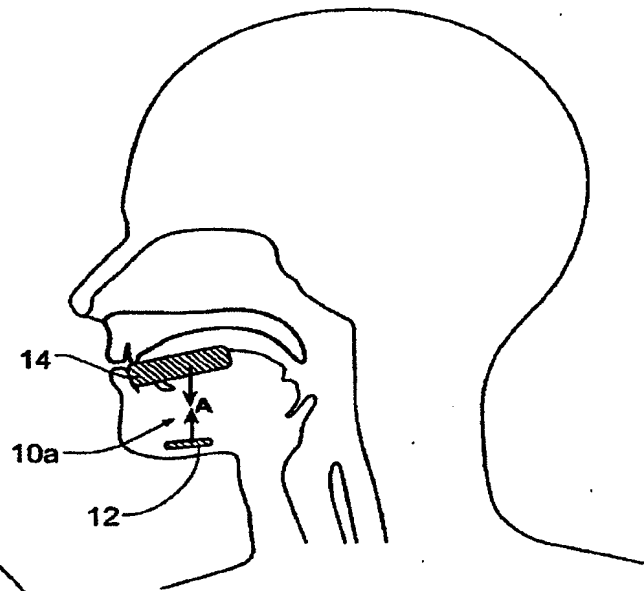


Fig. 4D

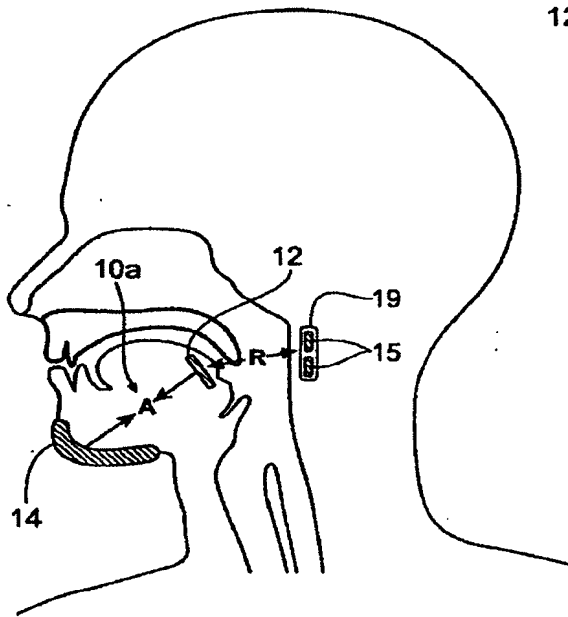


Fig. 4E

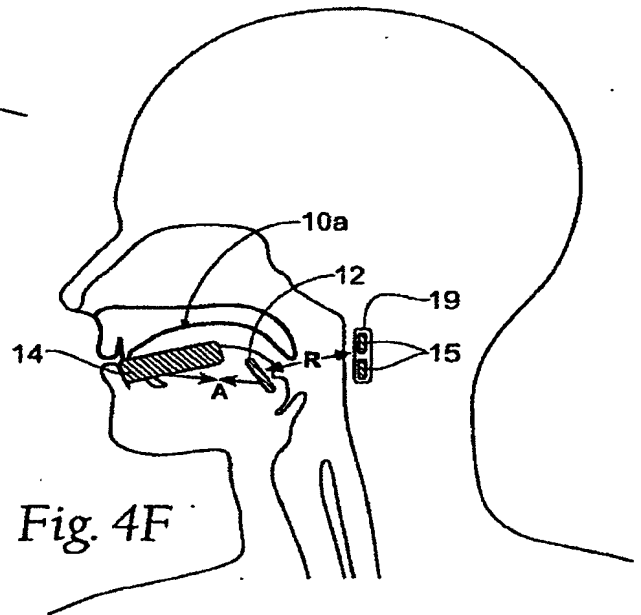
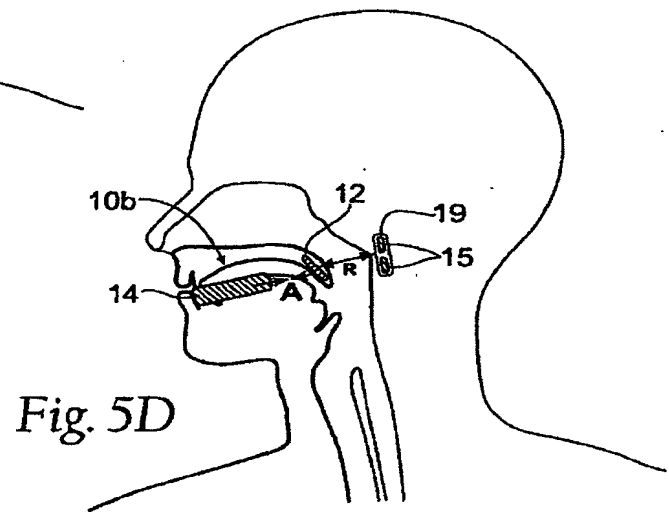
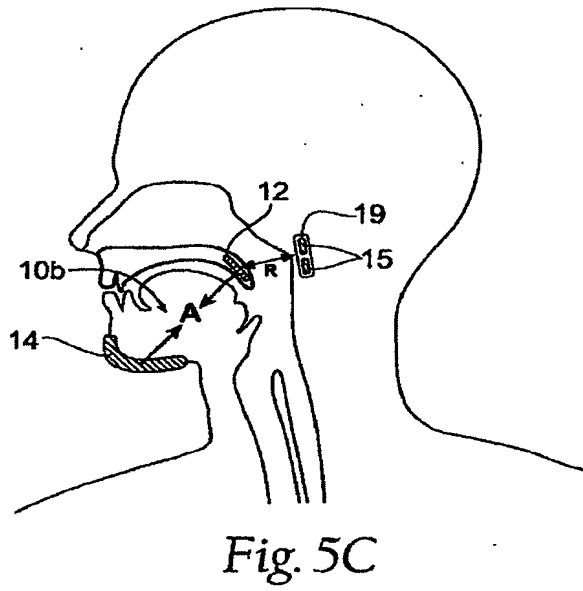
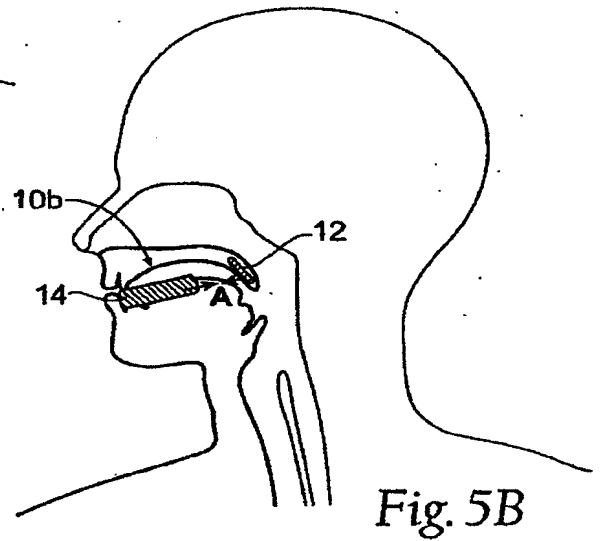
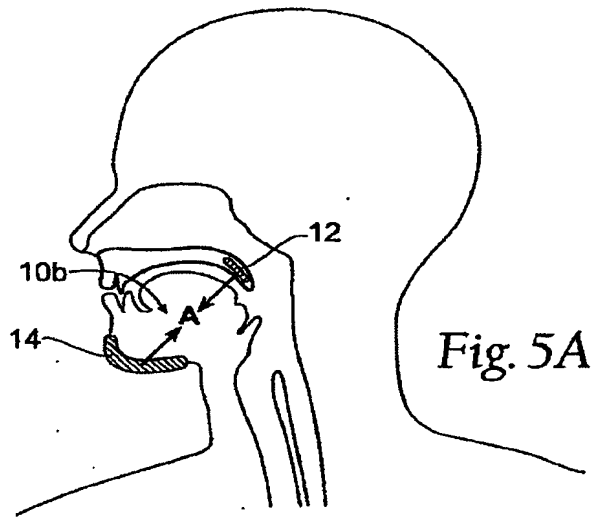
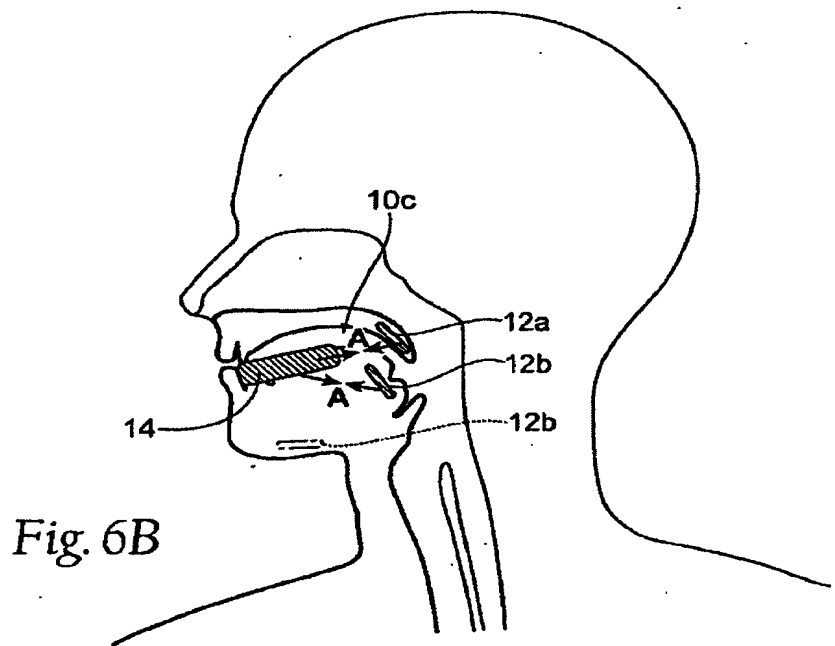
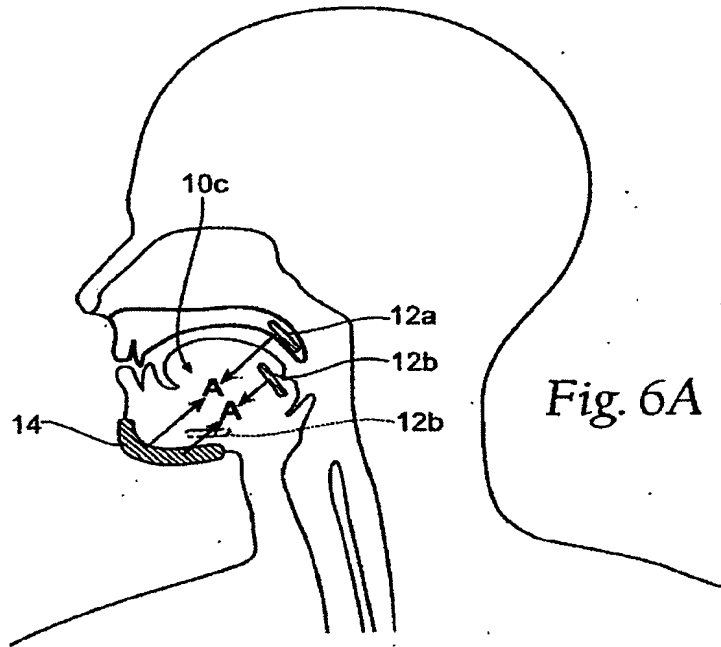
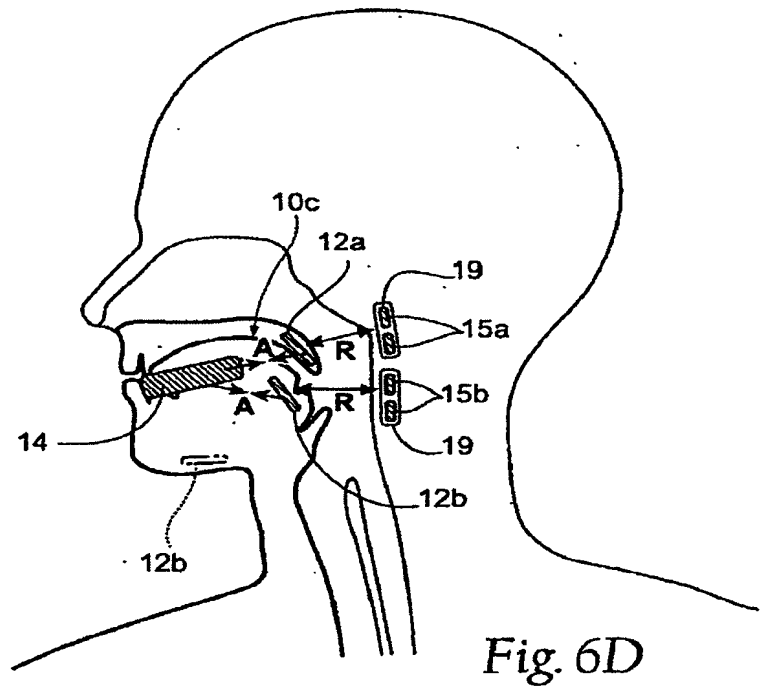
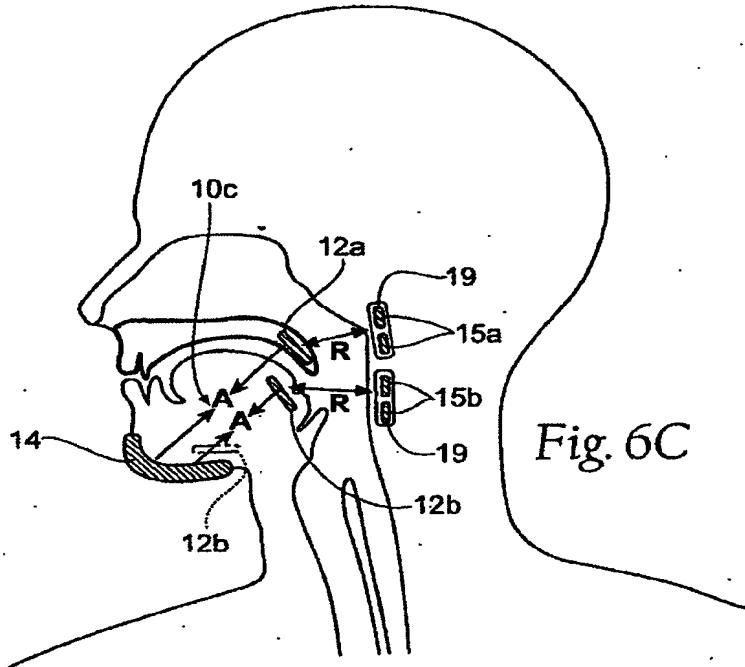


Fig. 4F







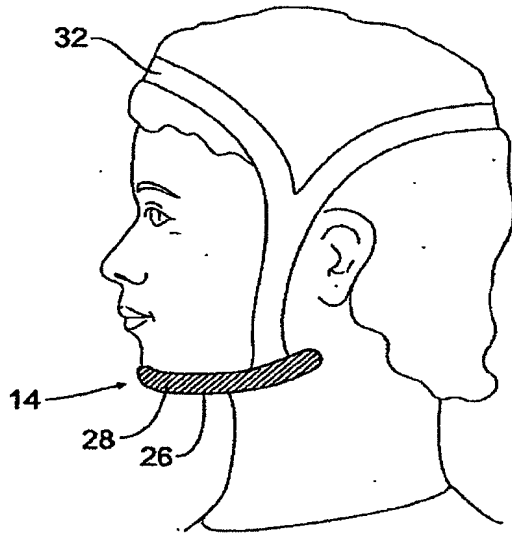


Fig. 7A

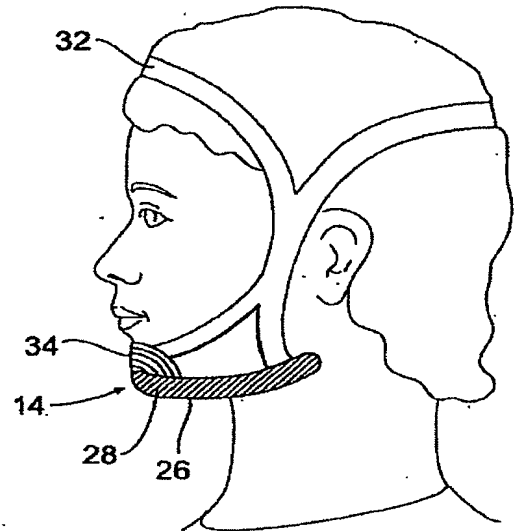


Fig. 7B

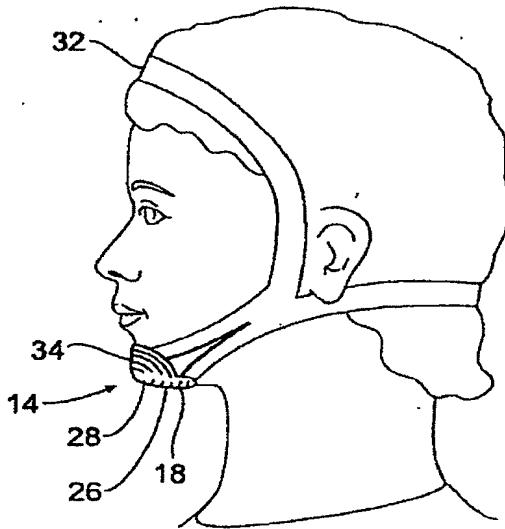


Fig. 7C

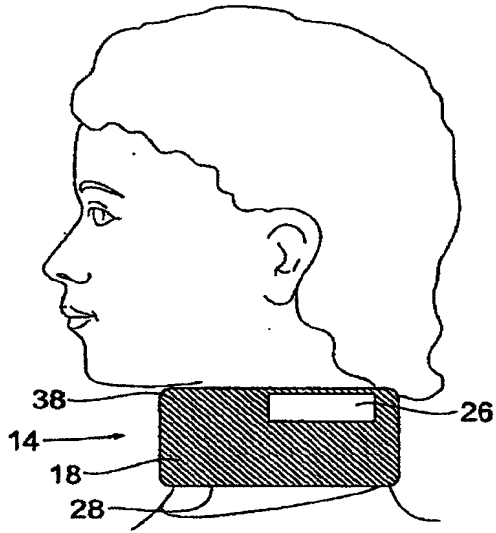


Fig. 8A

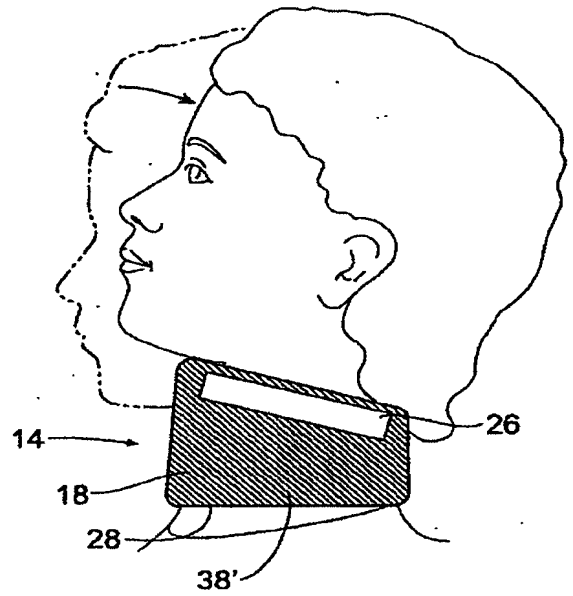


Fig. 8B

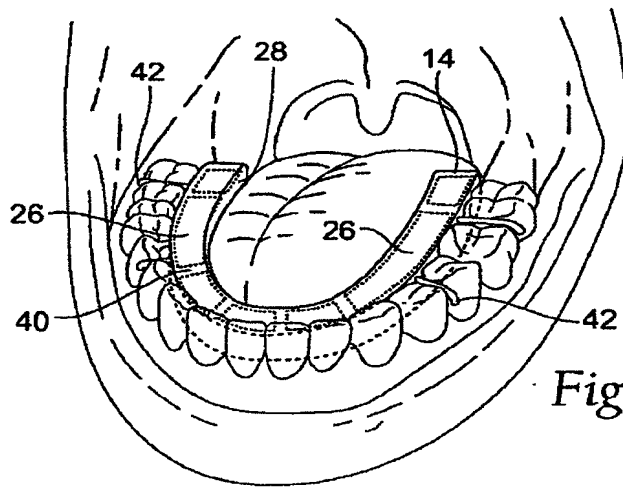


Fig. 9A

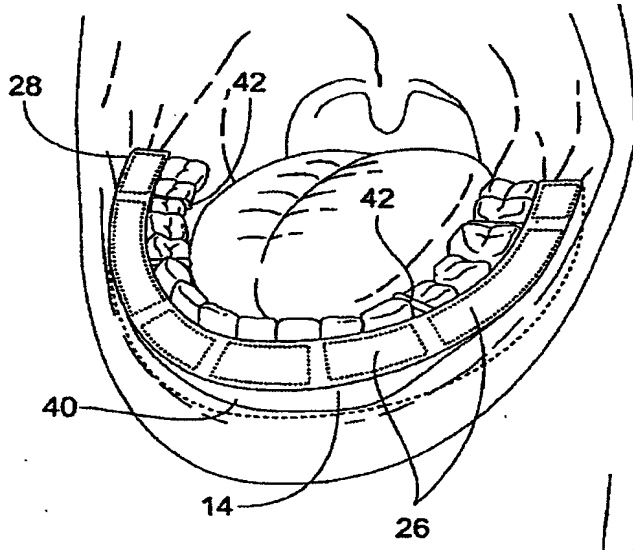


Fig. 9B

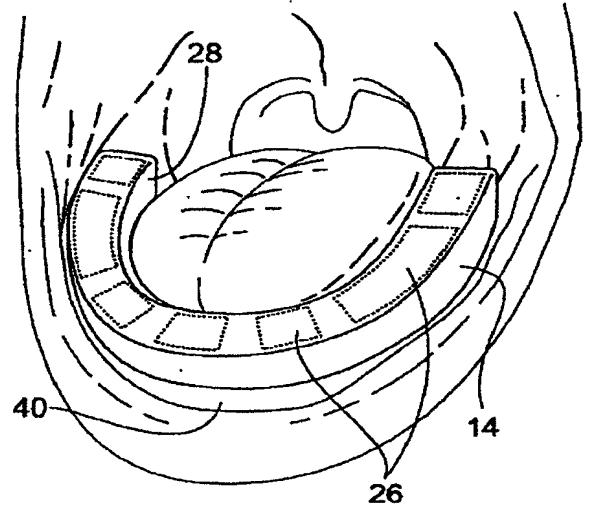


Fig. 9C

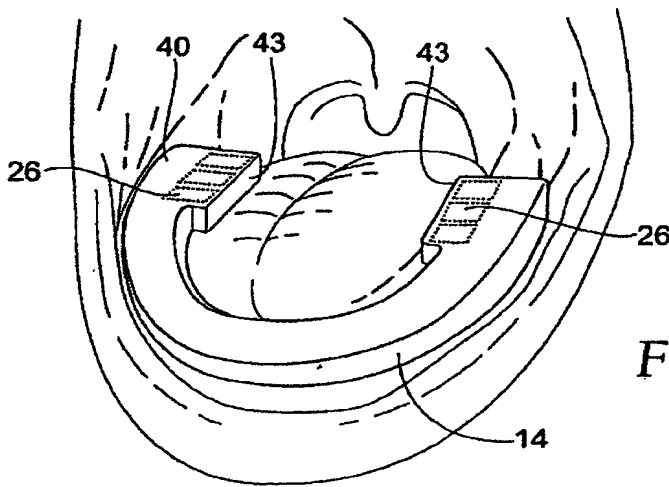


Fig. 9D

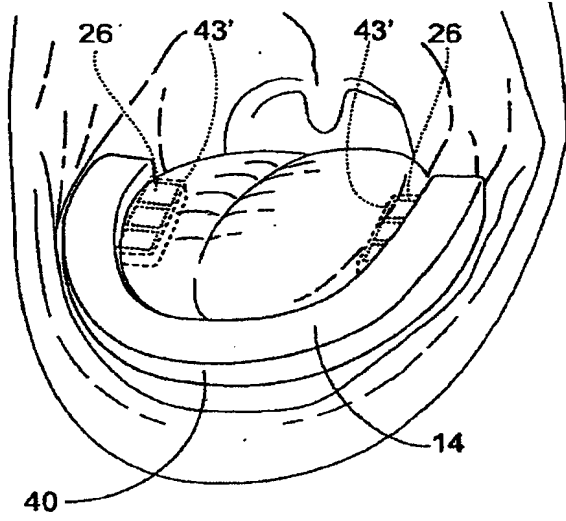


Fig. 9E

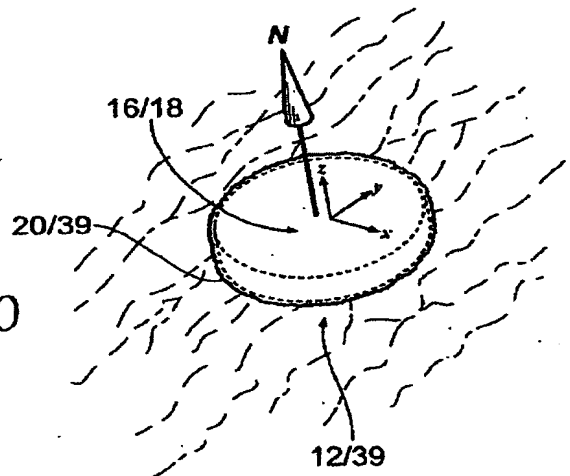


Fig. 10

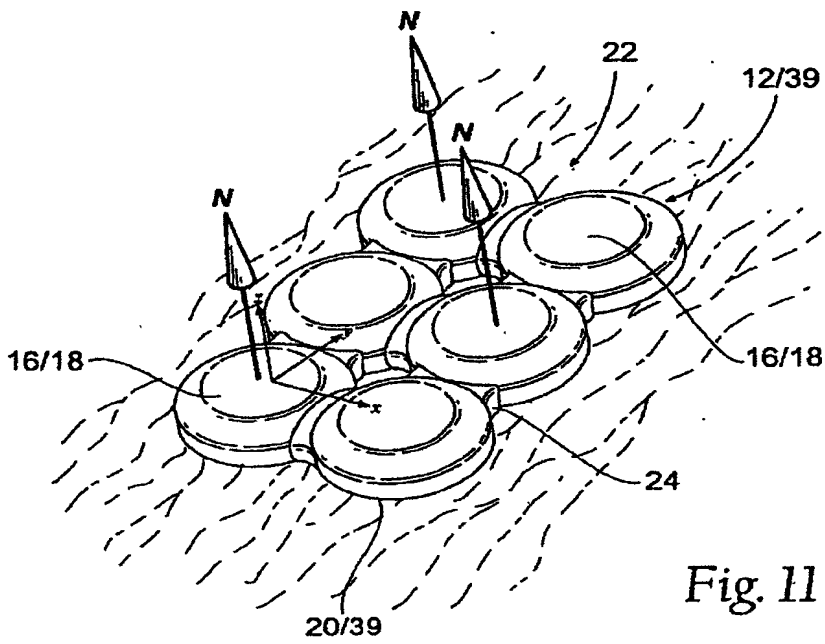


Fig. 11

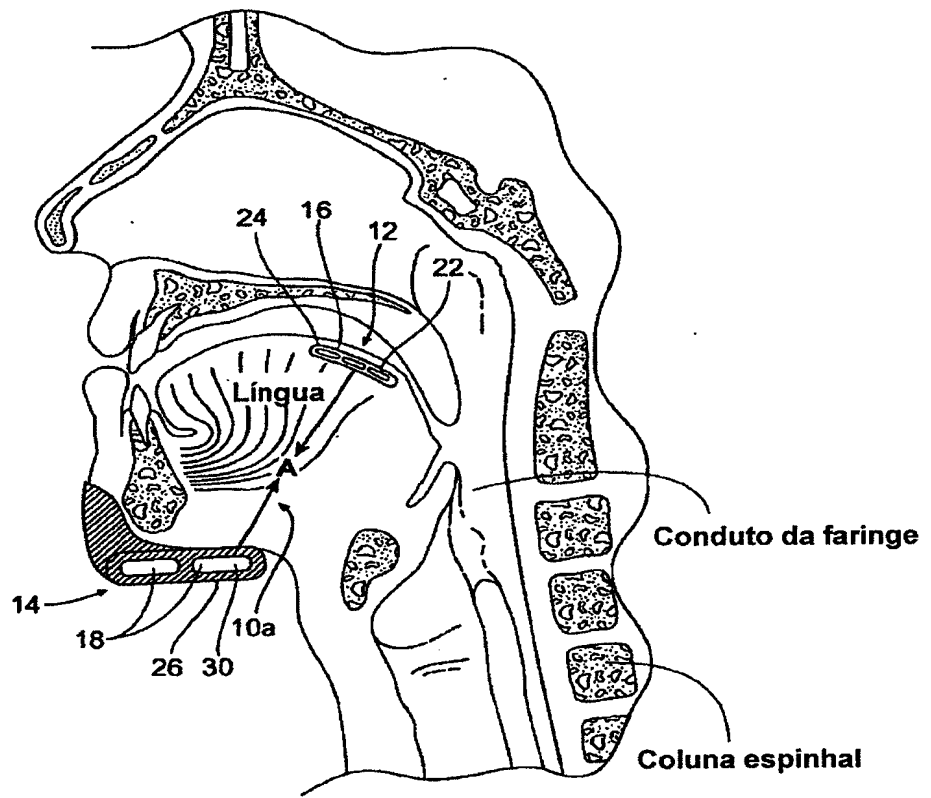


Fig. 12A

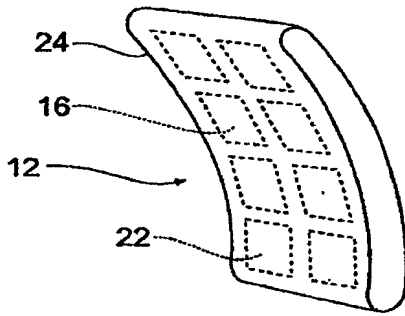


Fig. 12B

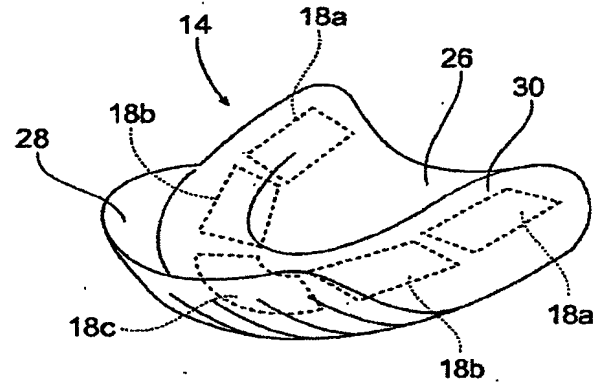


Fig. 12C

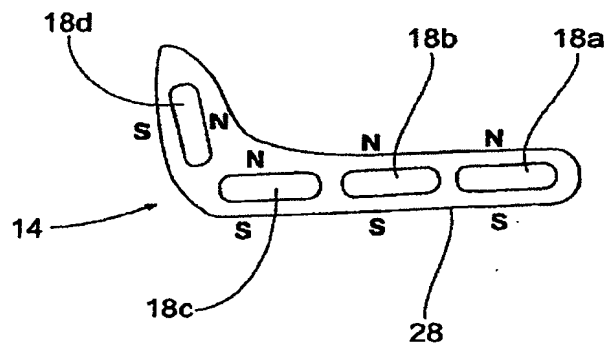


Fig. 12D

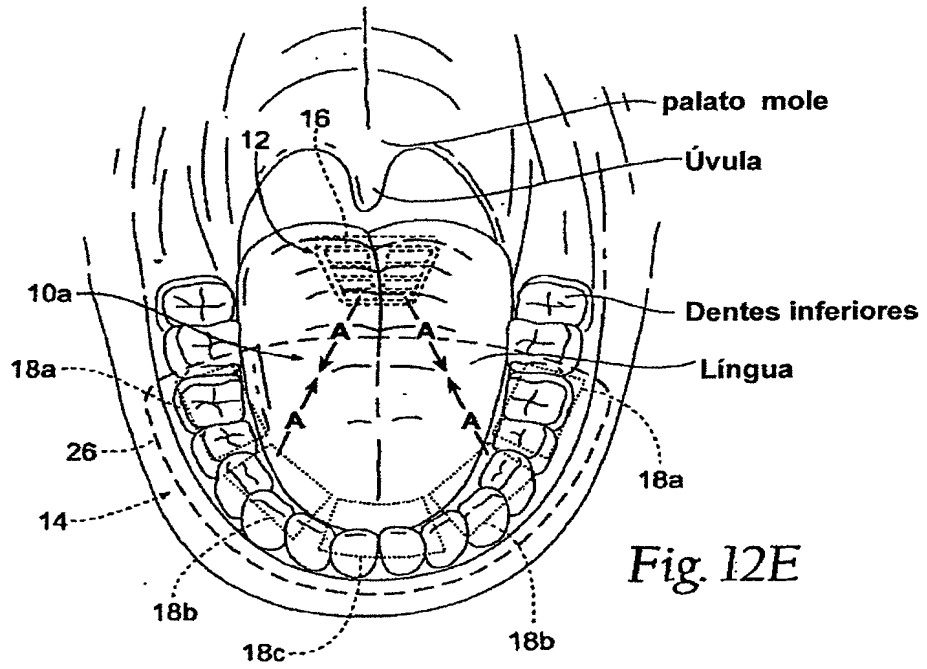


Fig. 12E

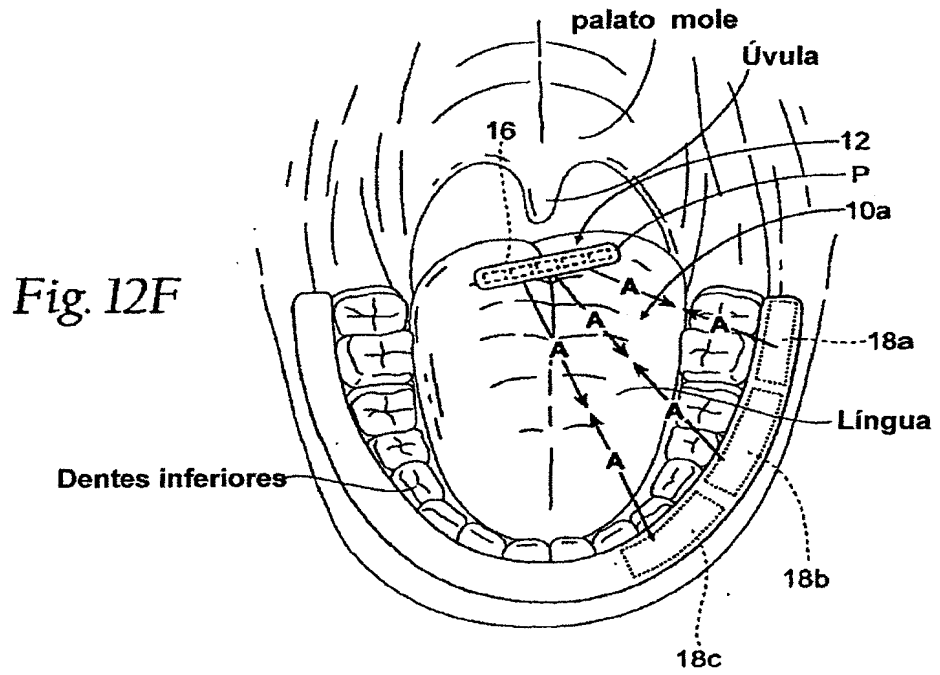


Fig. 12F

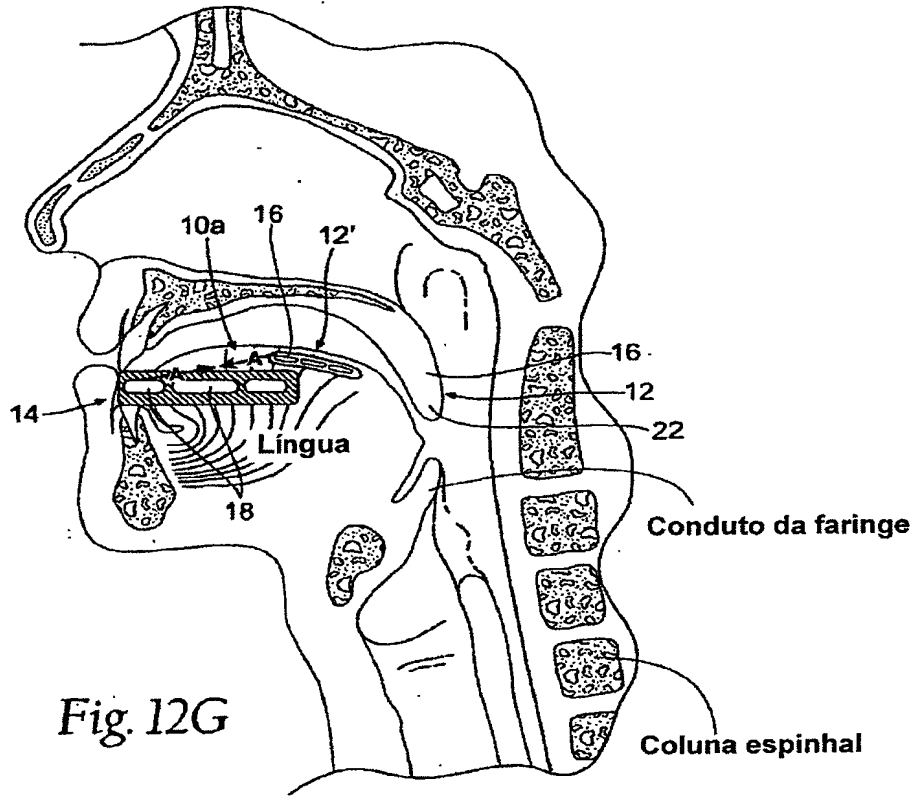


Fig. 12G

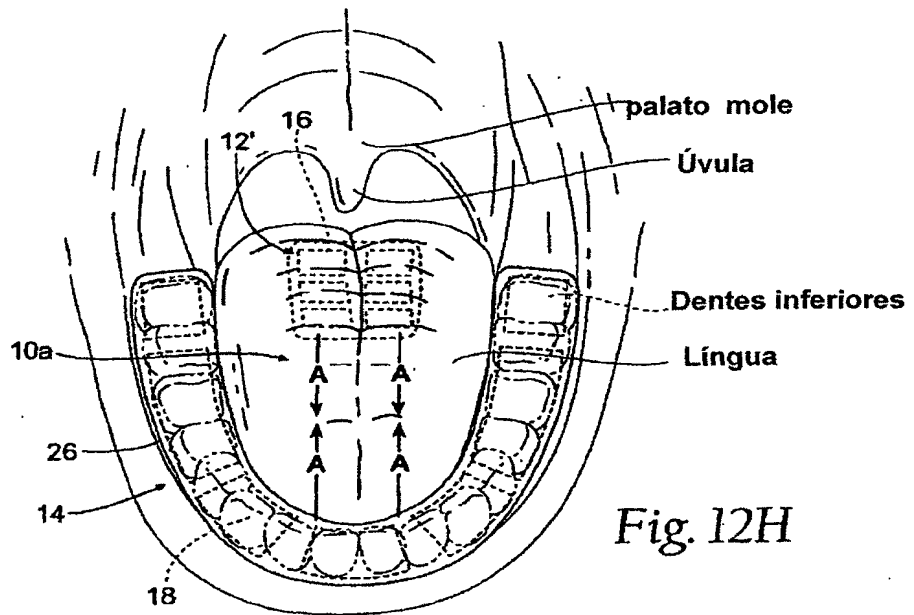
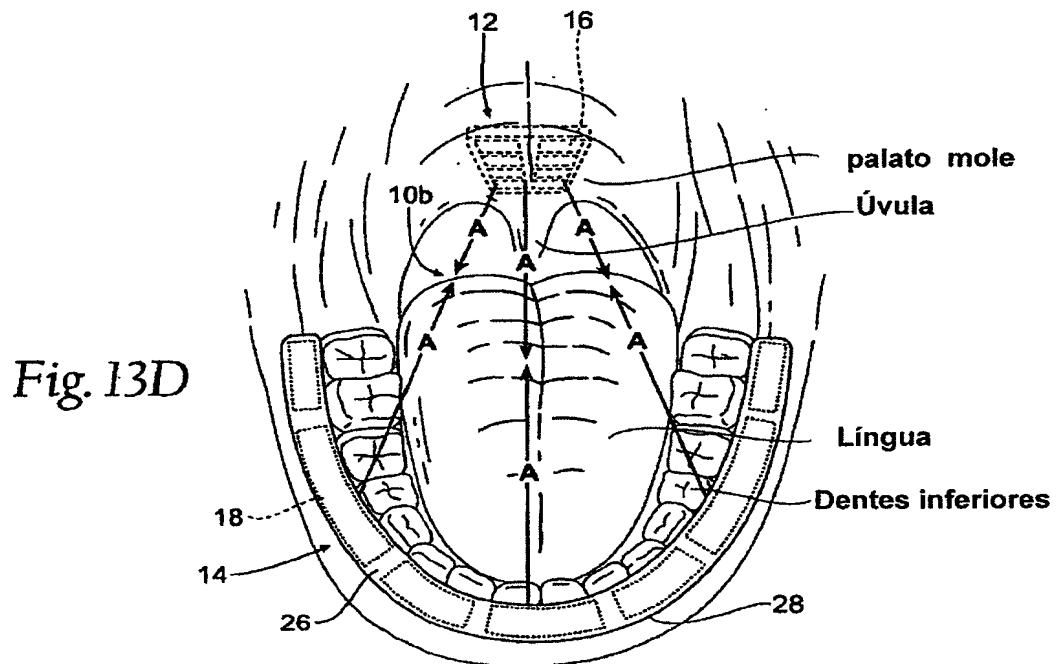
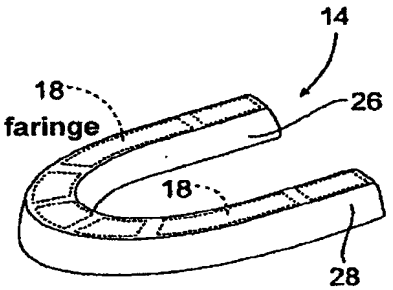
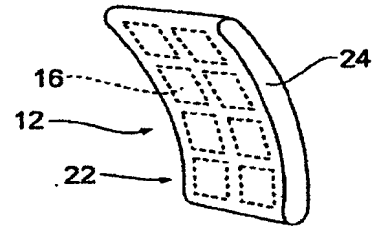
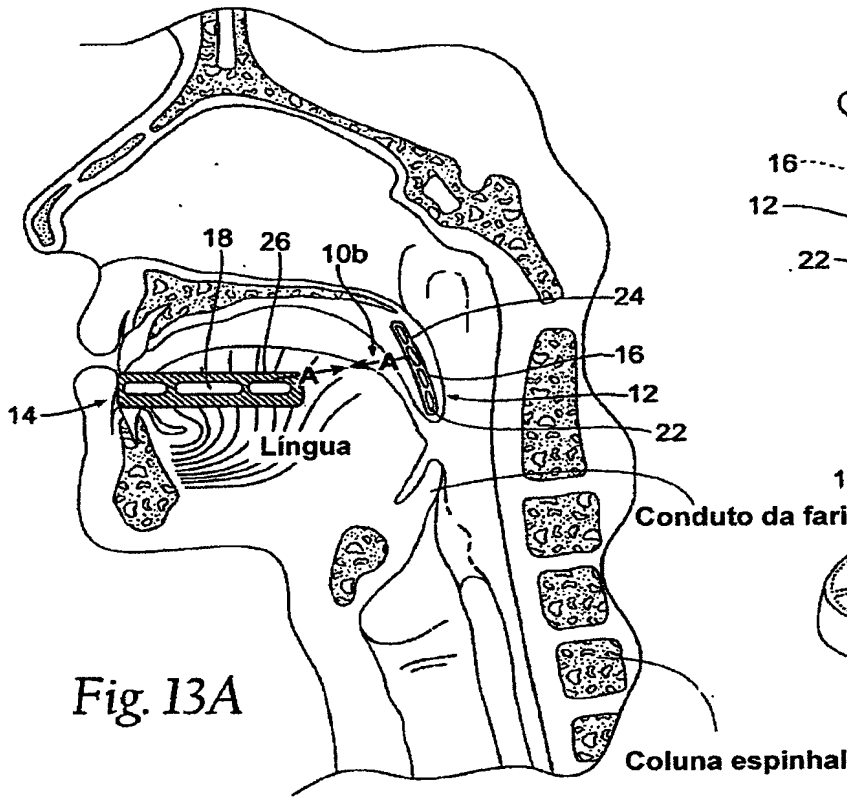


Fig. 12H



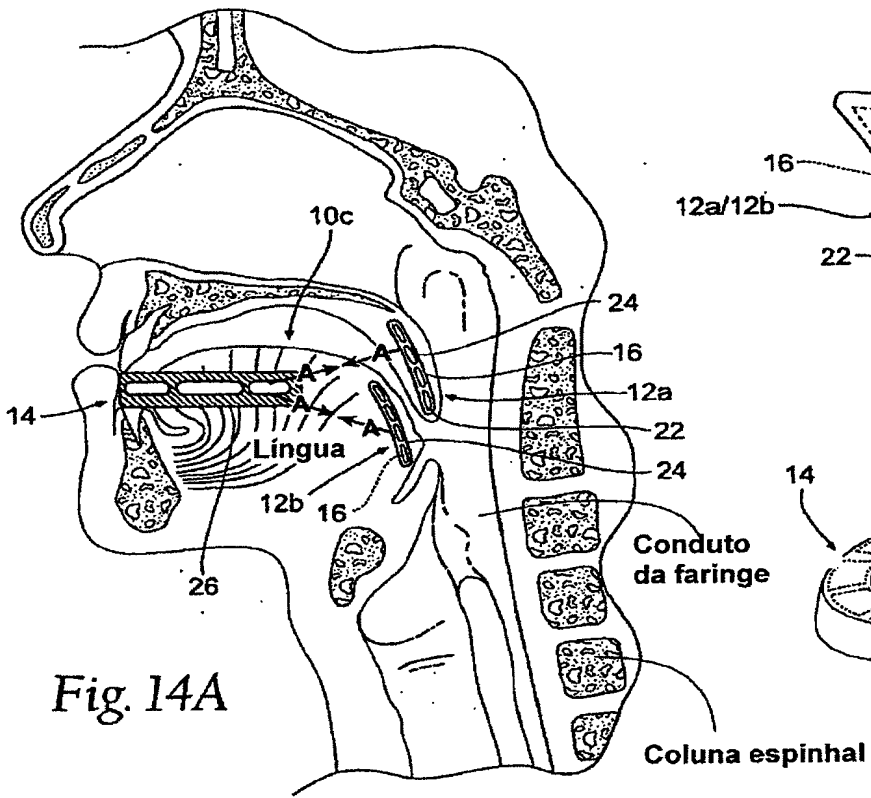


Fig. 14A

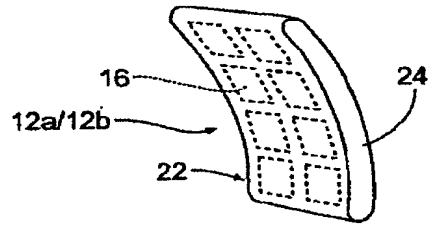


Fig. 14B

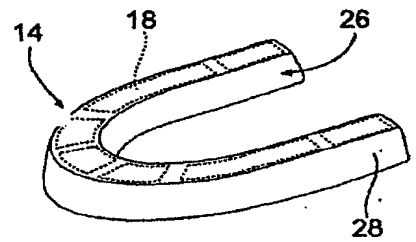


Fig. 14C

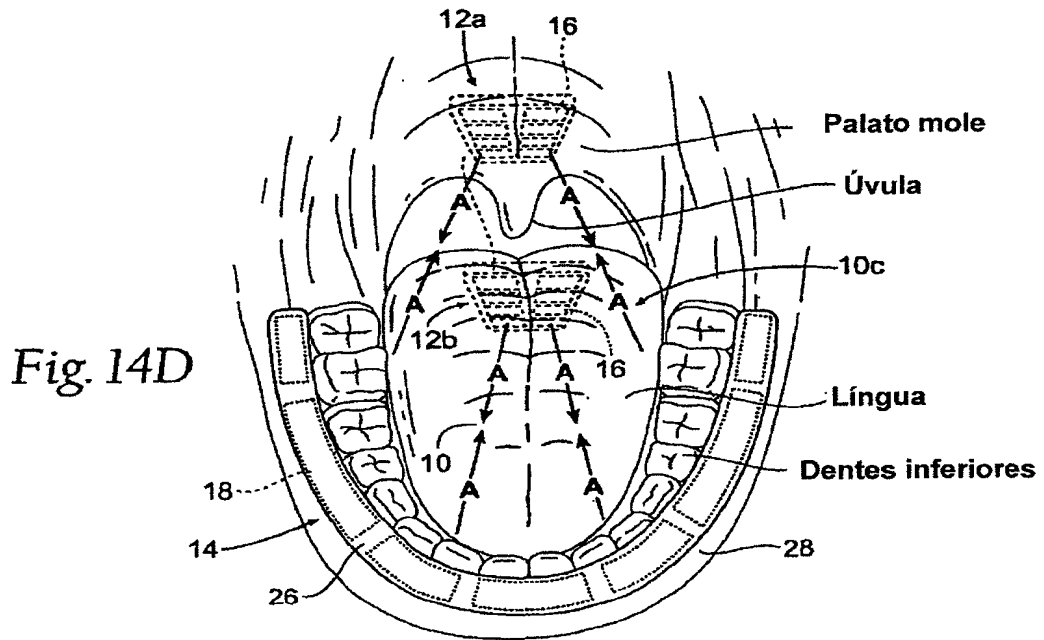


Fig. 14D

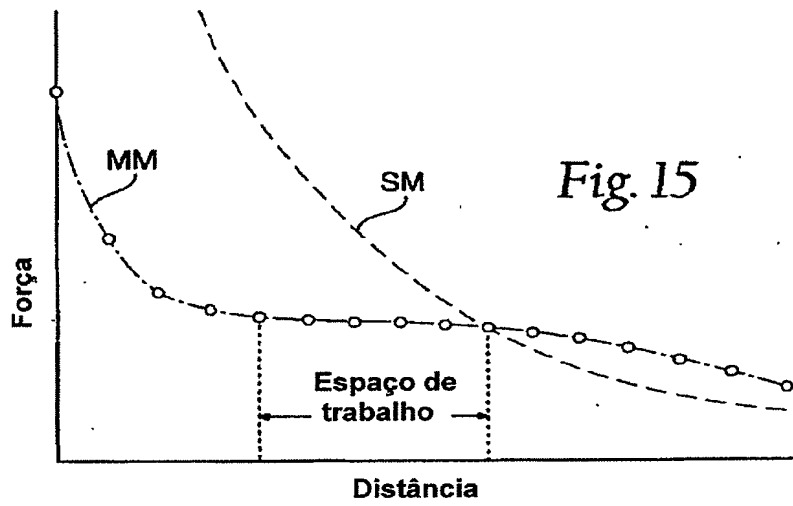


Fig. 15

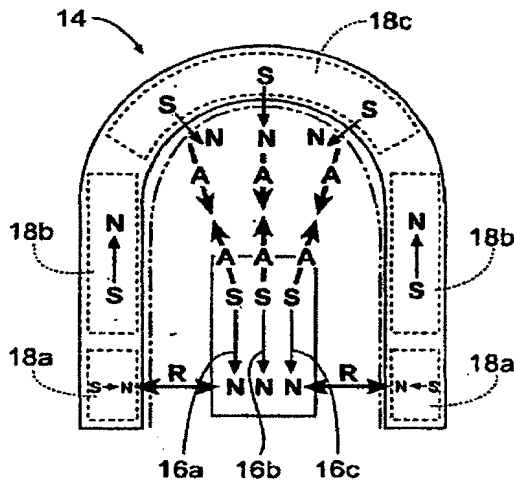


Fig. 16A

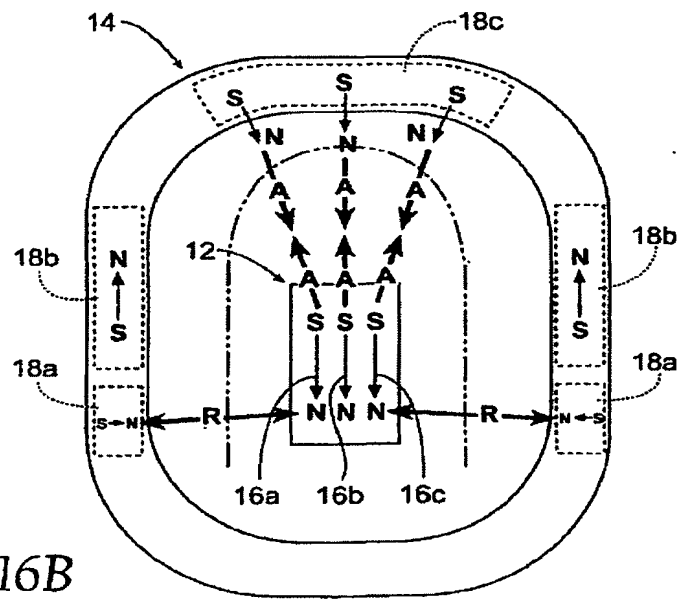


Fig. 16B

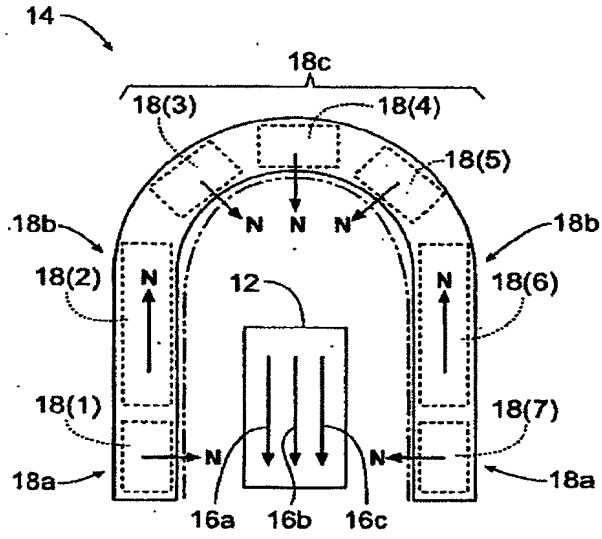


Fig. 17A

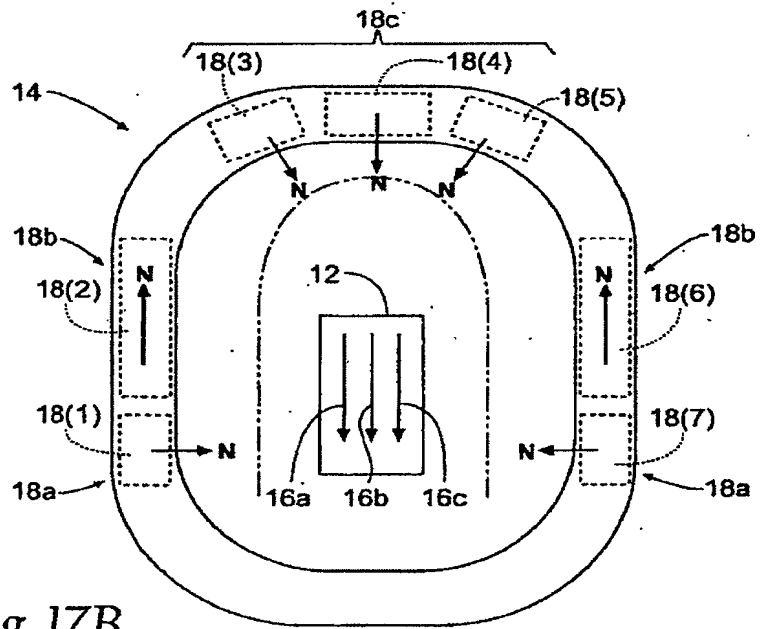


Fig. 17B

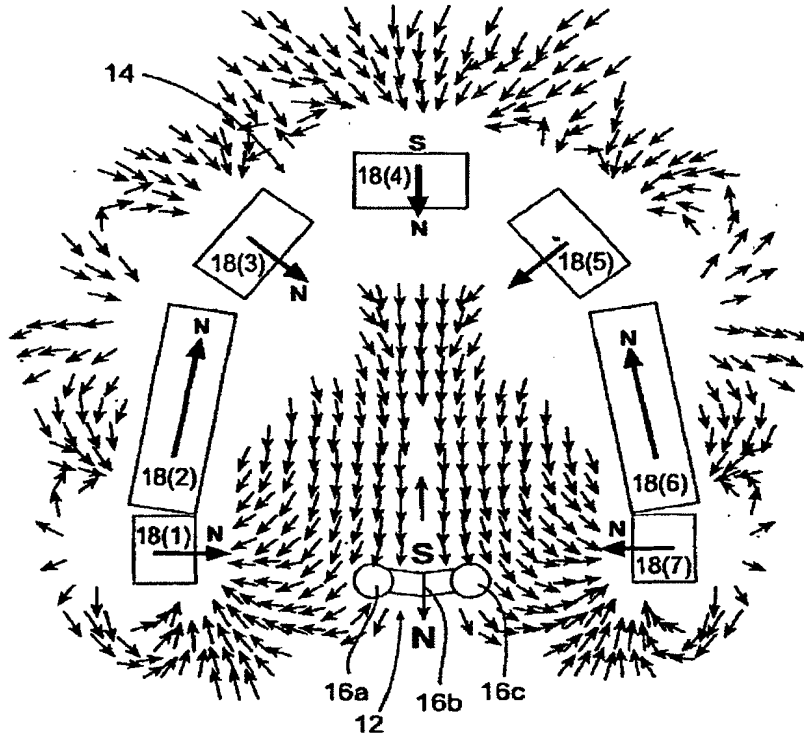


Fig. 18A

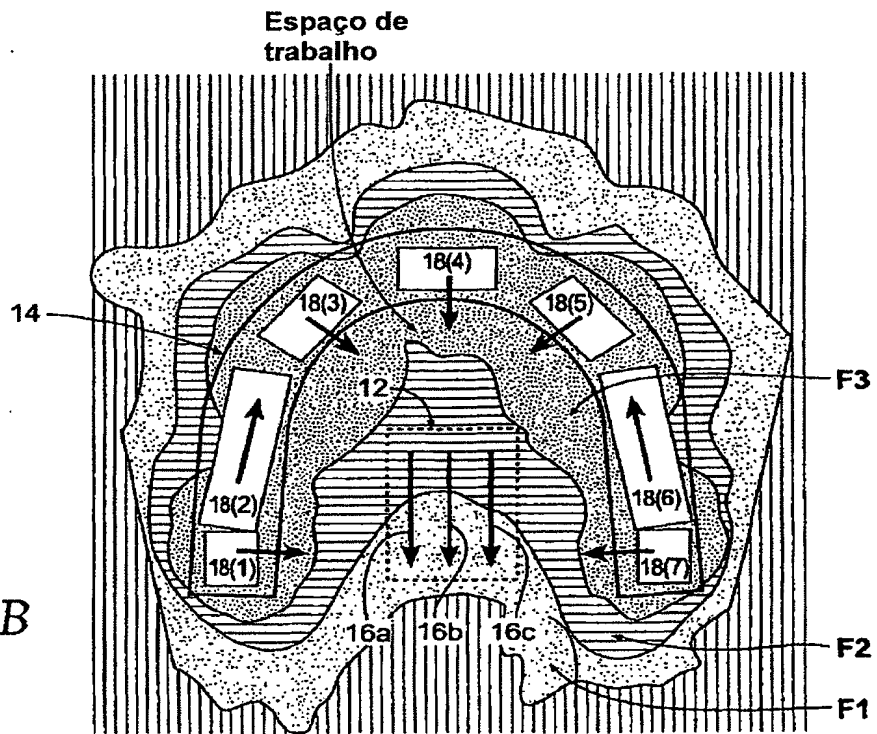


Fig. 18B

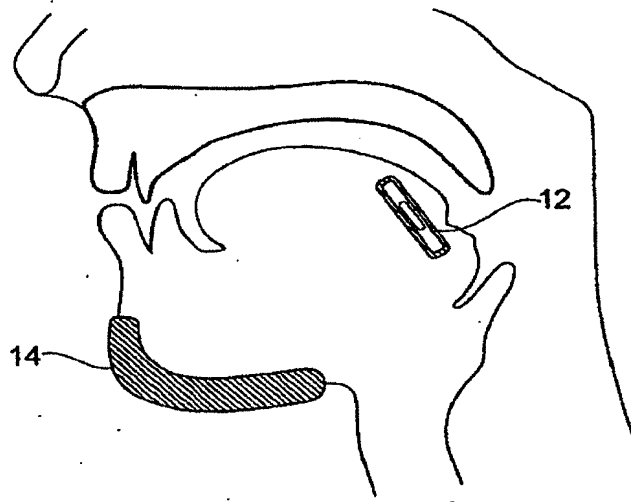


Fig. 19

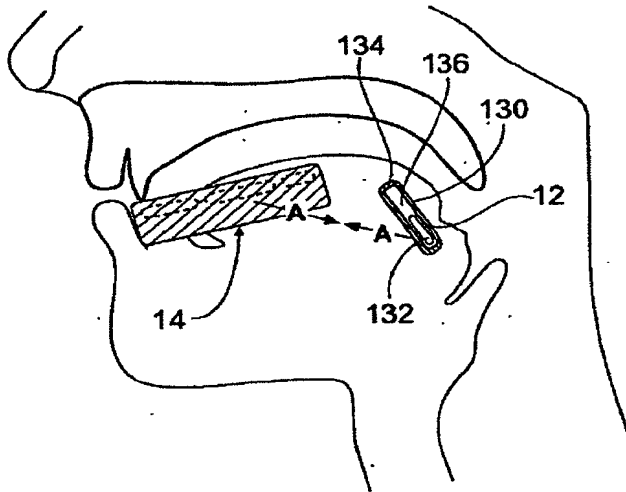


Fig. 20A

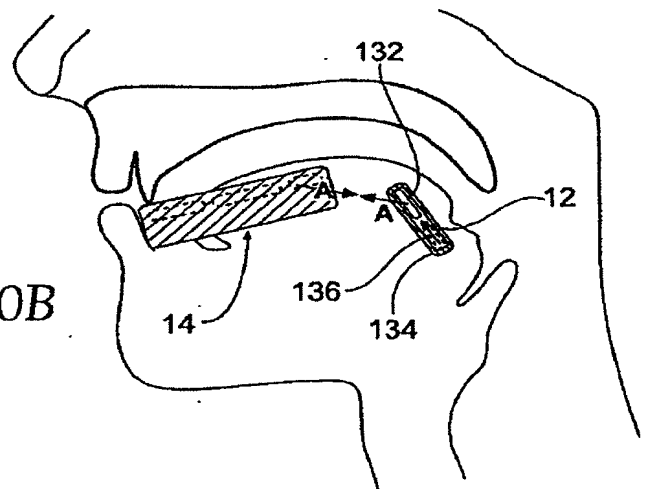
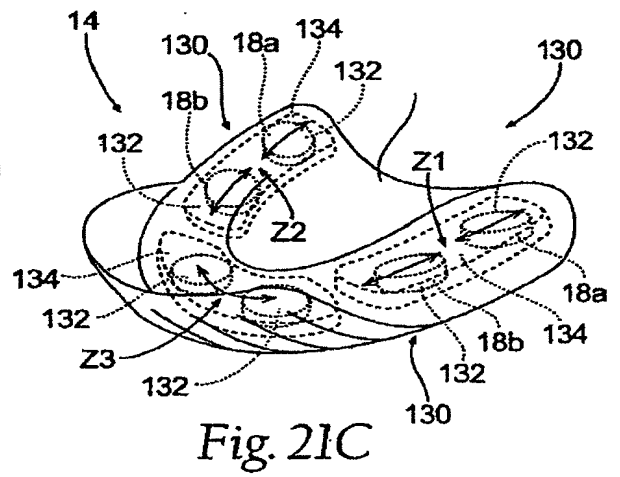
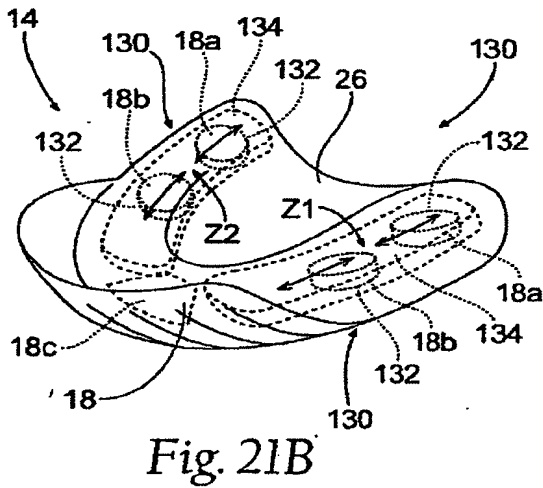
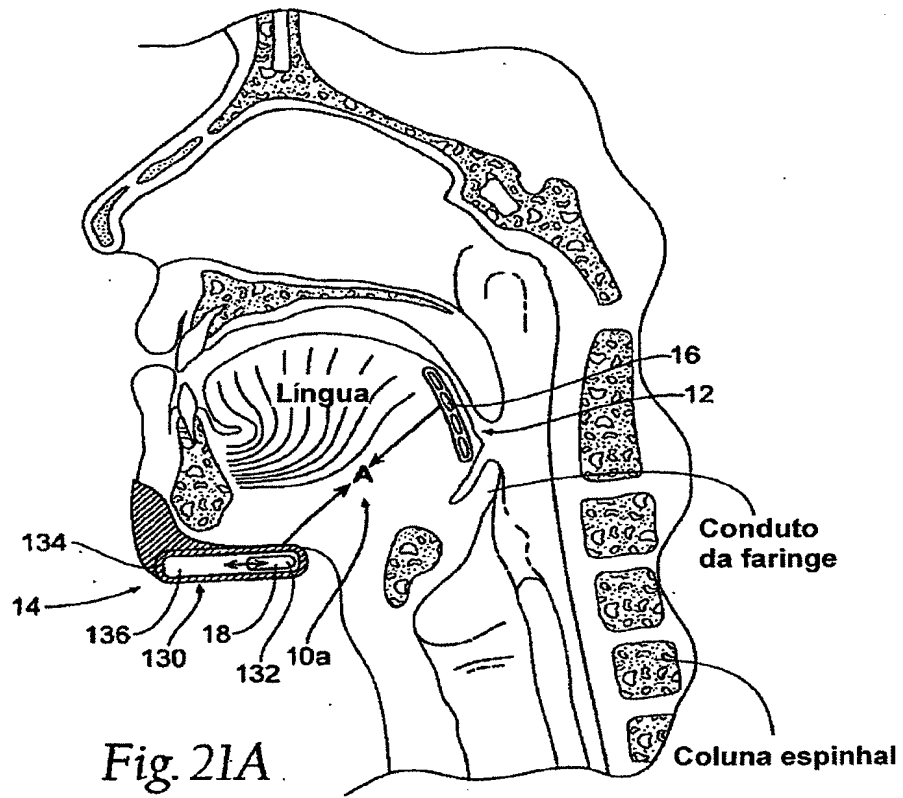
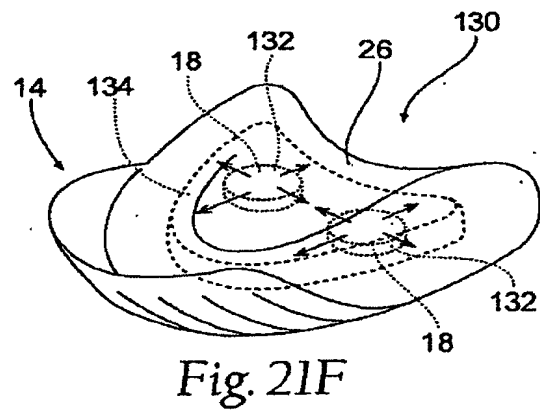
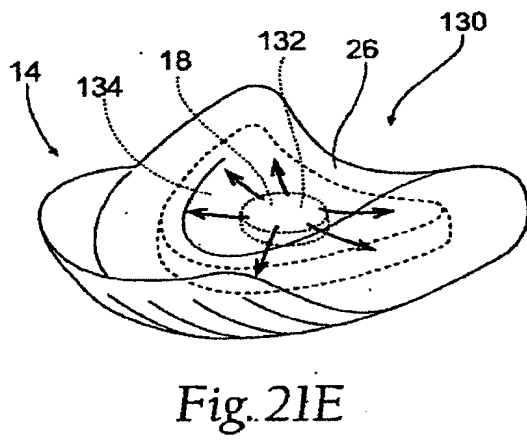
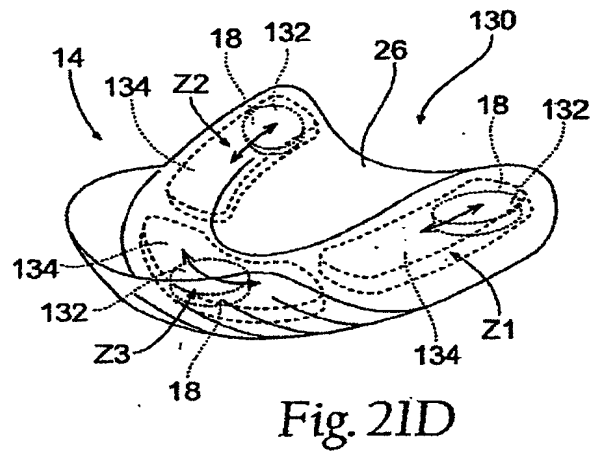
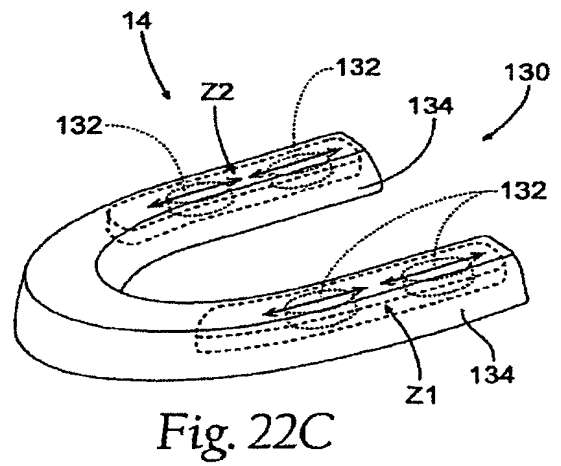
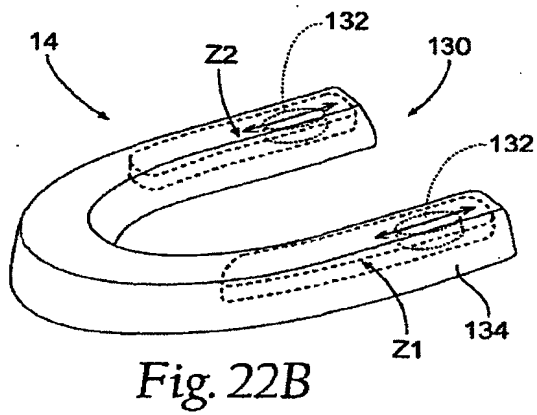
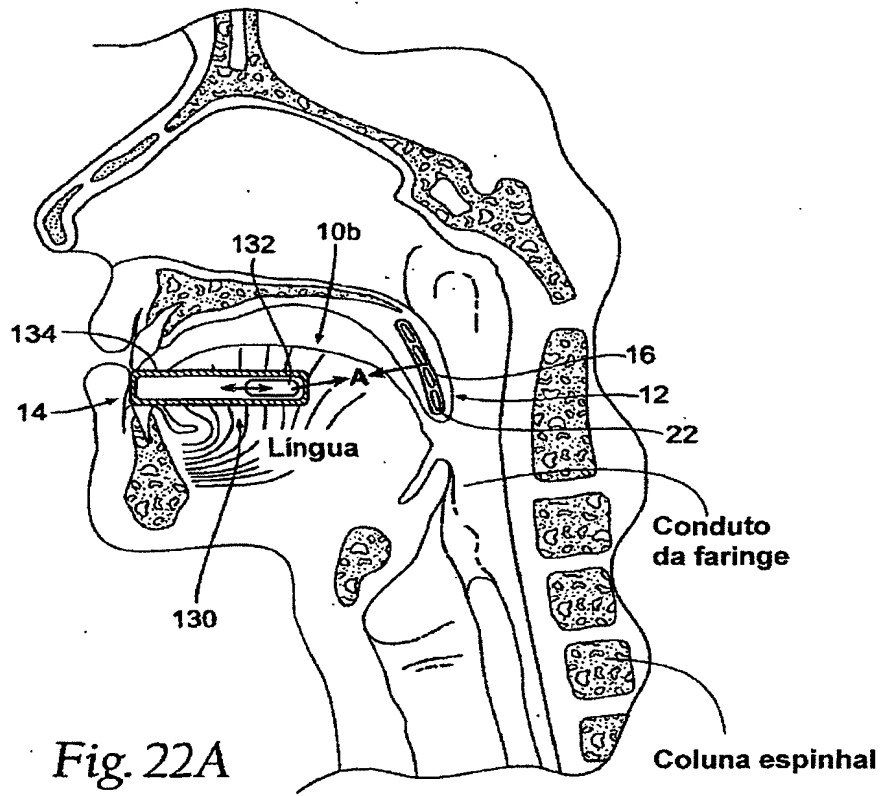


Fig. 20B







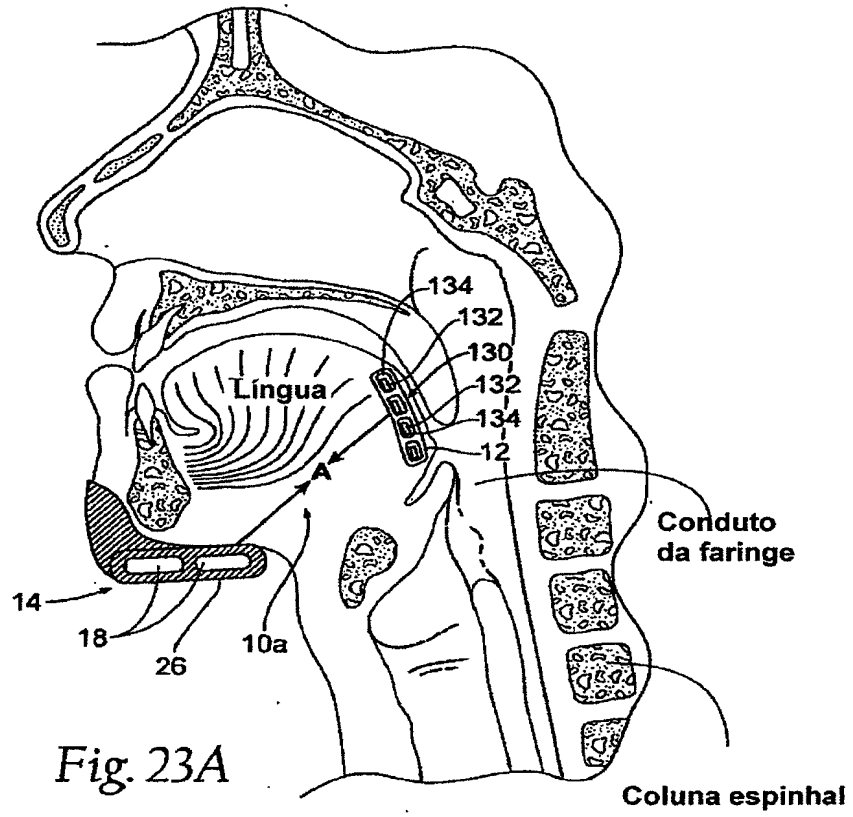


Fig. 23A

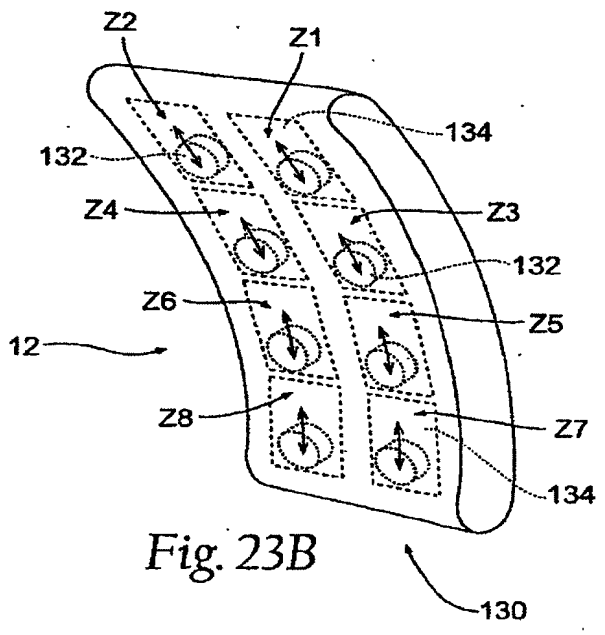


Fig. 23B

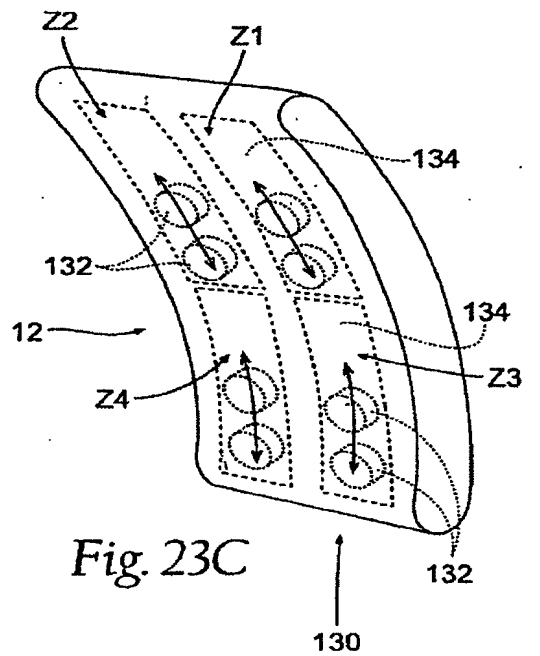


Fig. 23C

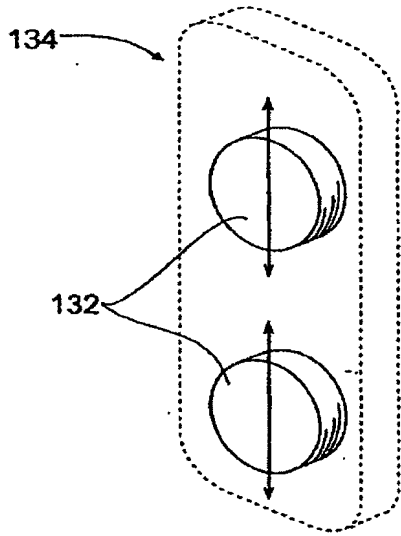


Fig. 24A

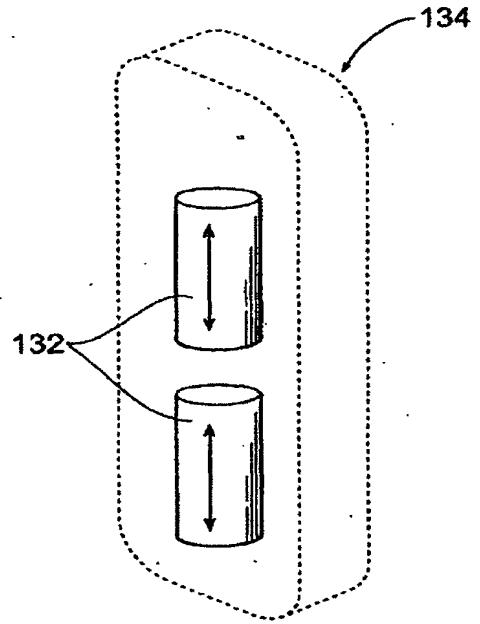


Fig. 24B

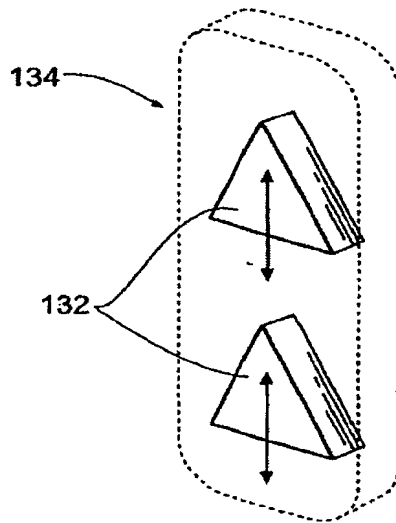
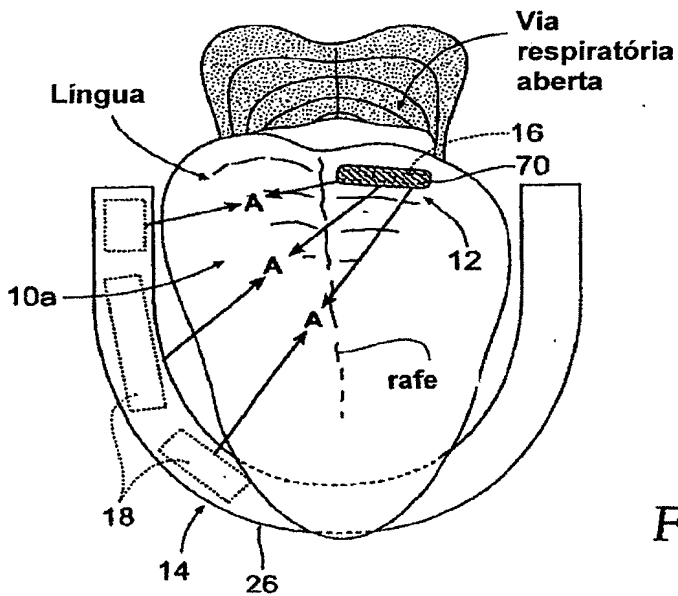
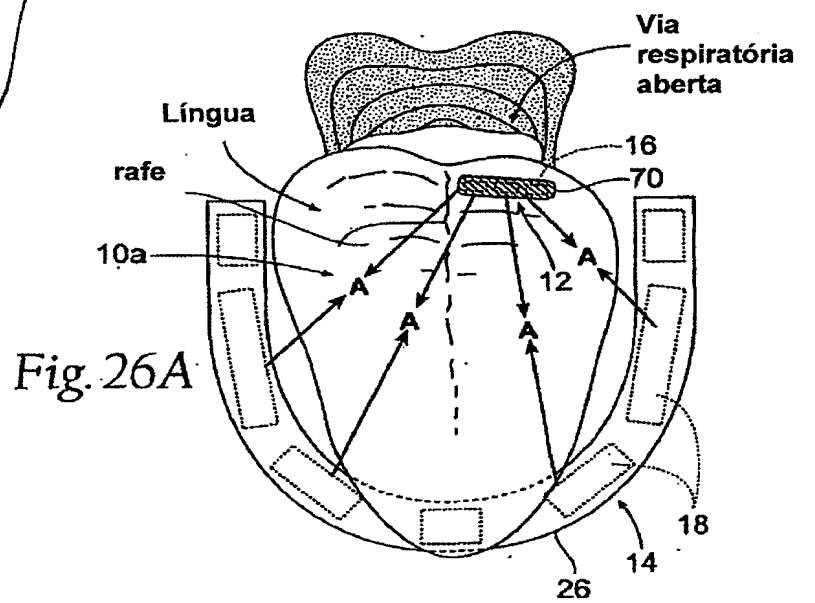
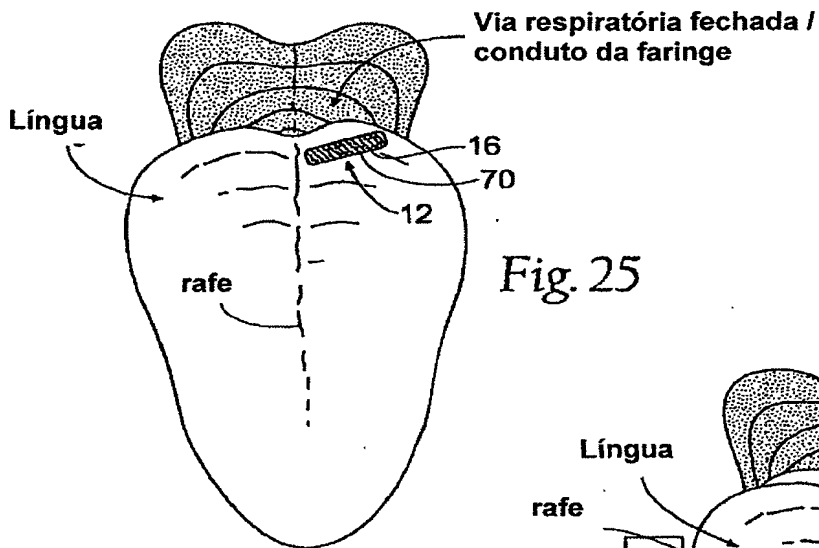


Fig. 24C



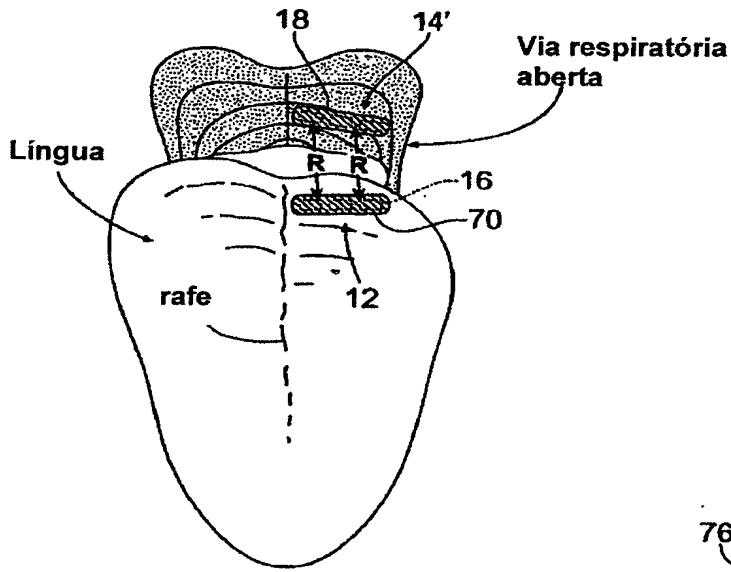


Fig. 27

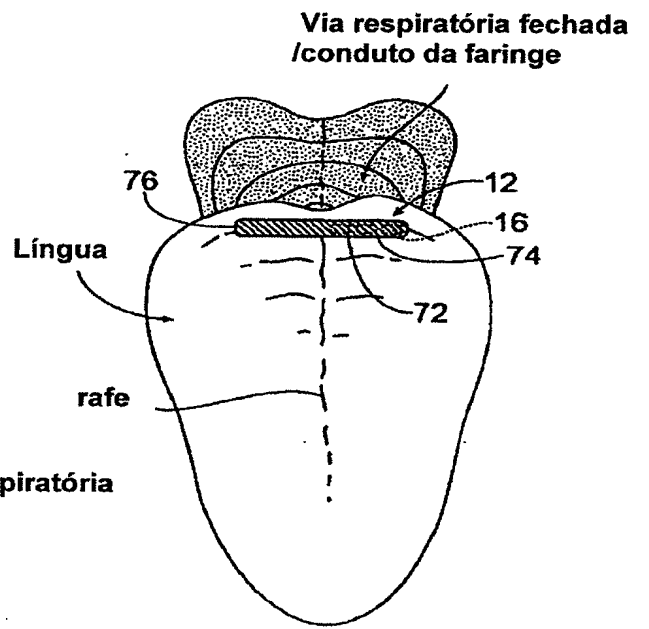


Fig. 28

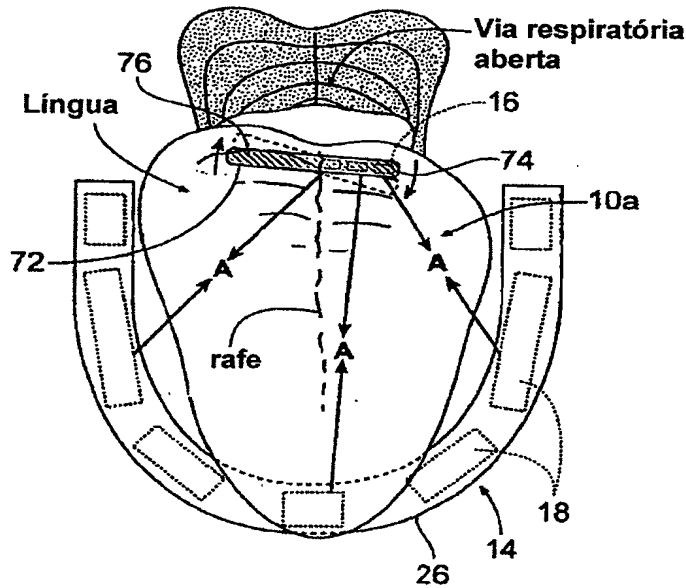


Fig. 29A

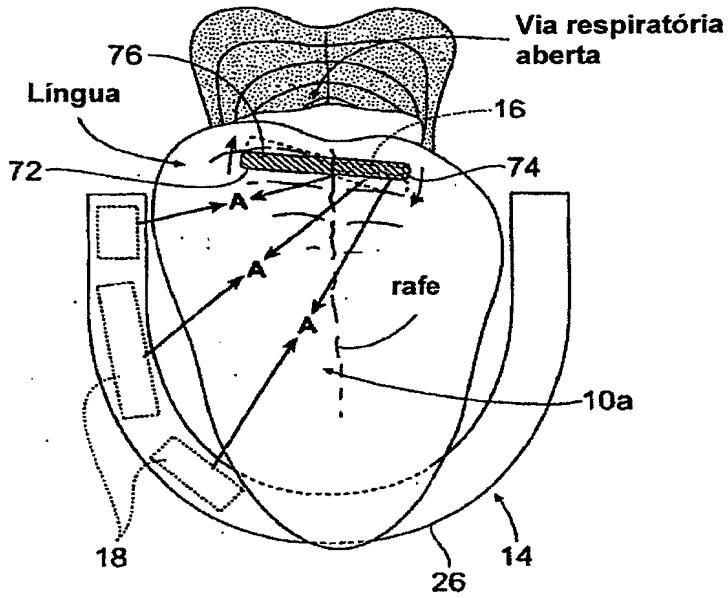


Fig. 29B

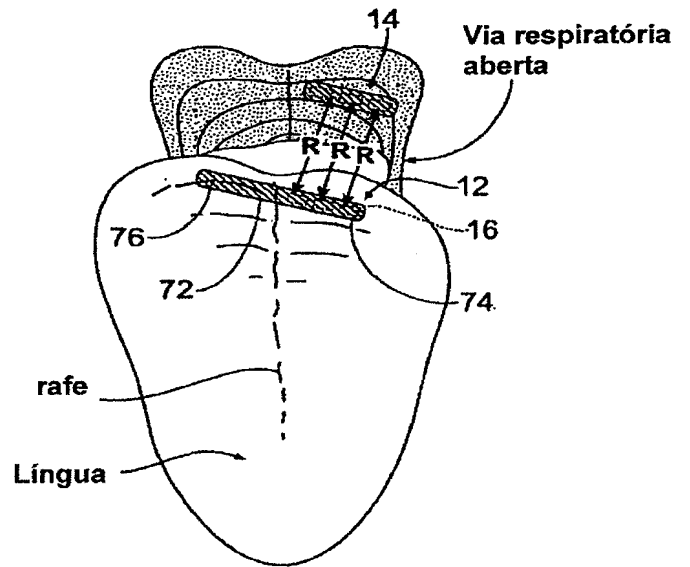


Fig. 30

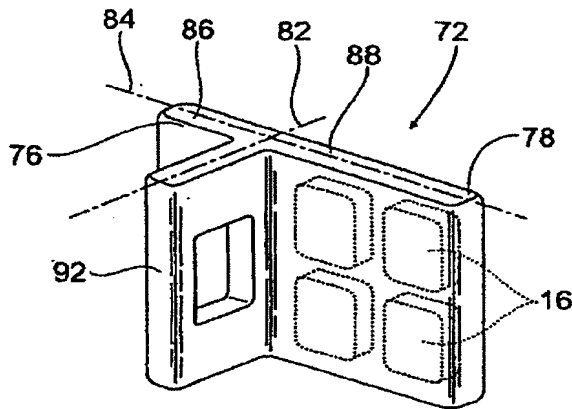


Fig. 31A

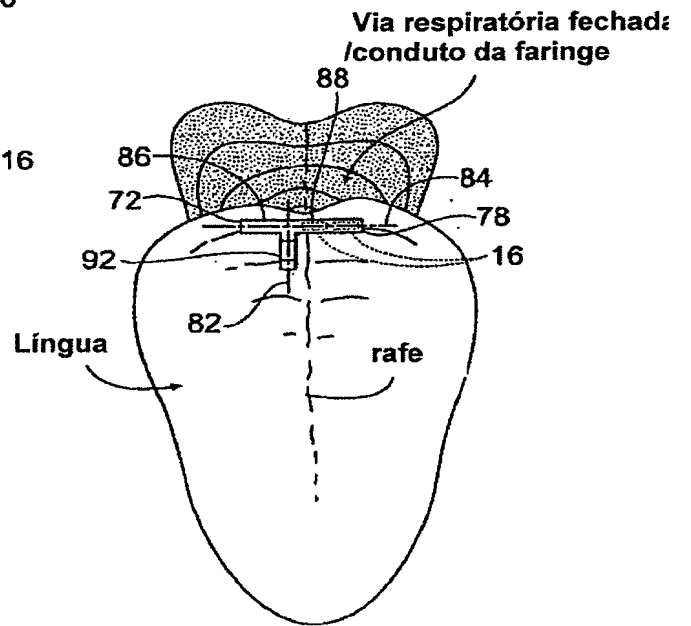


Fig. 31C

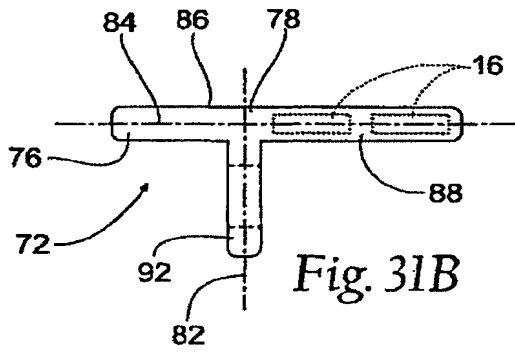


Fig. 31B

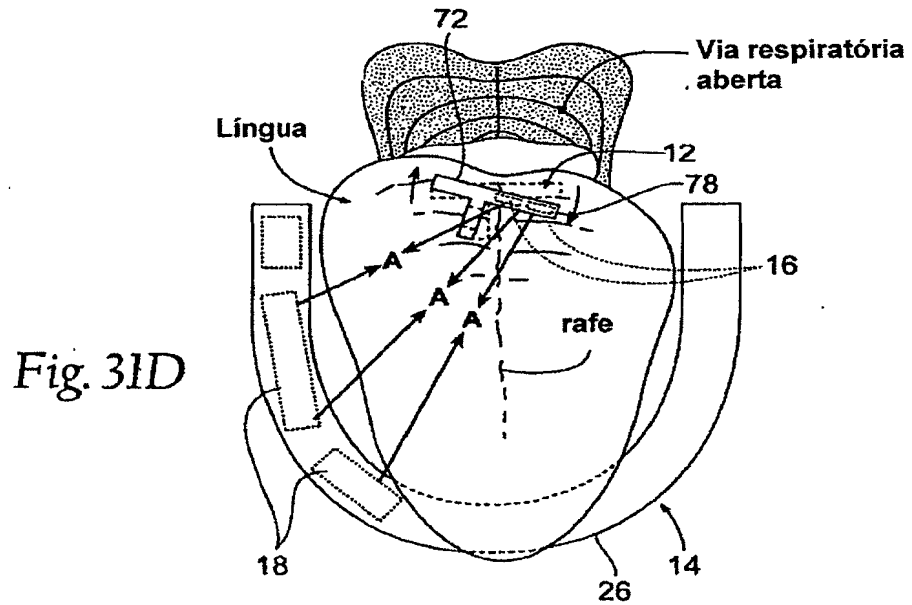


Fig. 31D

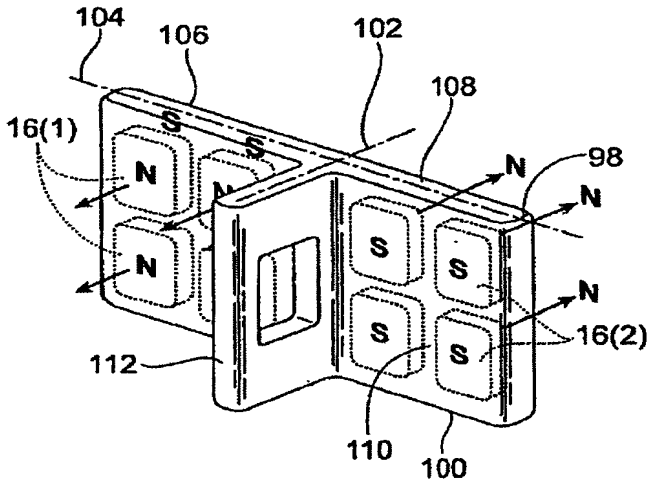


Fig. 32A

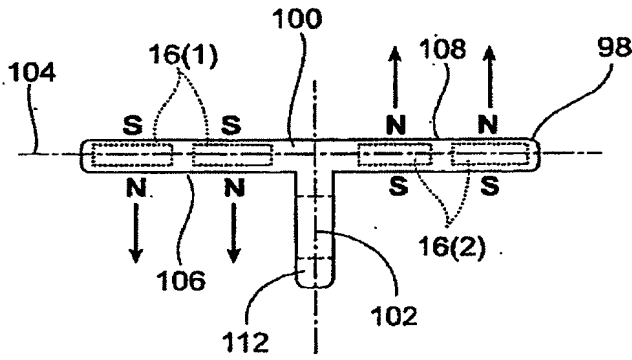


Fig. 32B

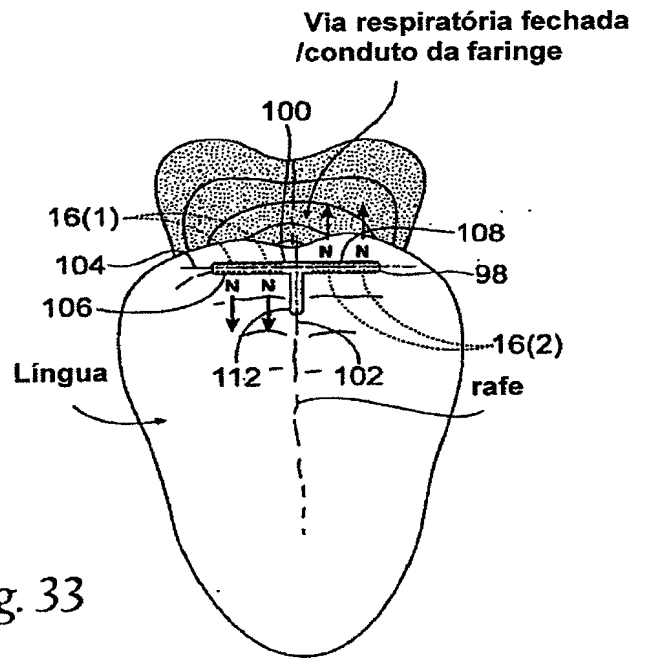


Fig. 33

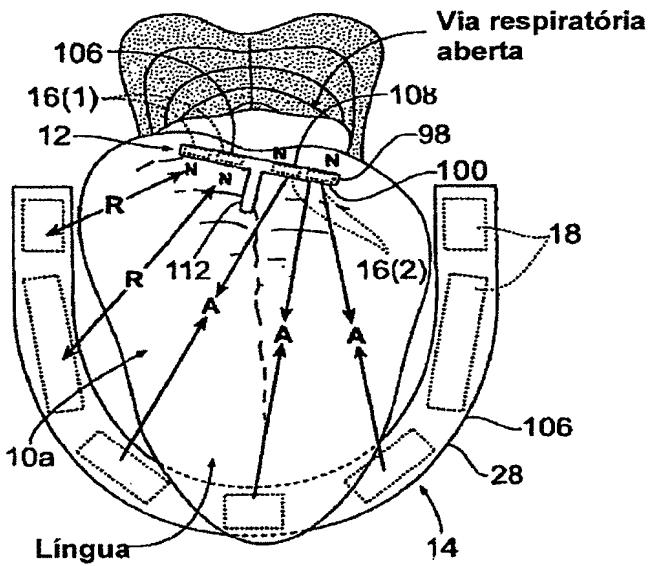


Fig. 34A

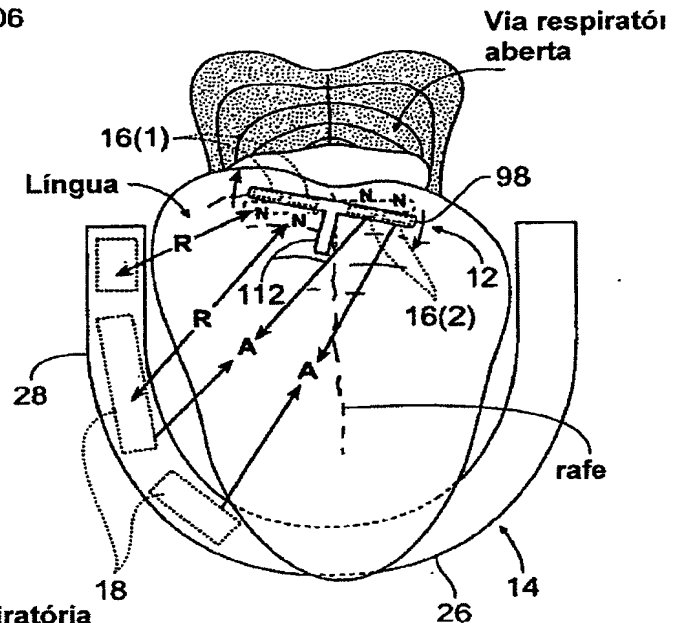


Fig. 34B

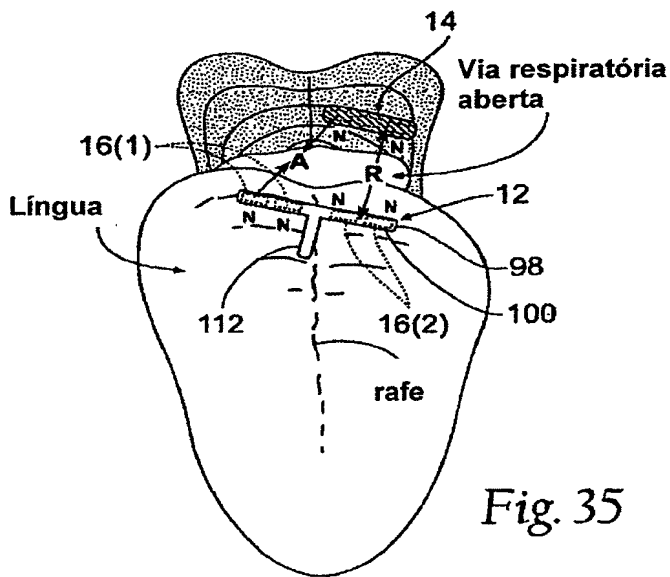


Fig. 35

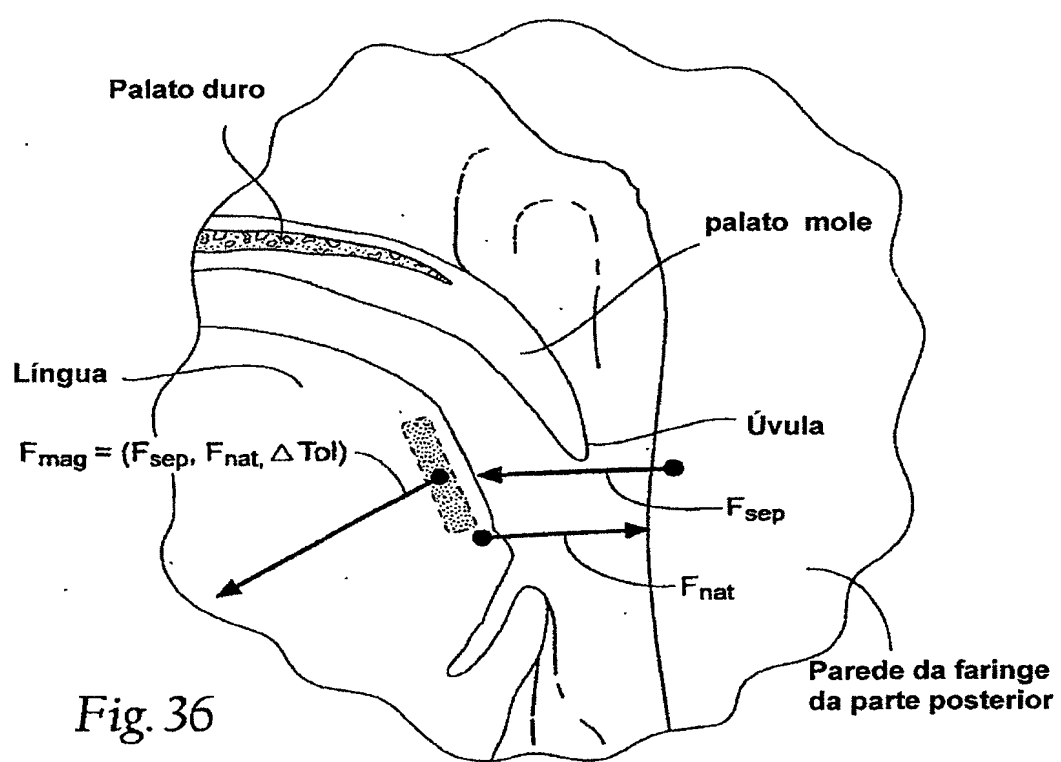


Fig. 36

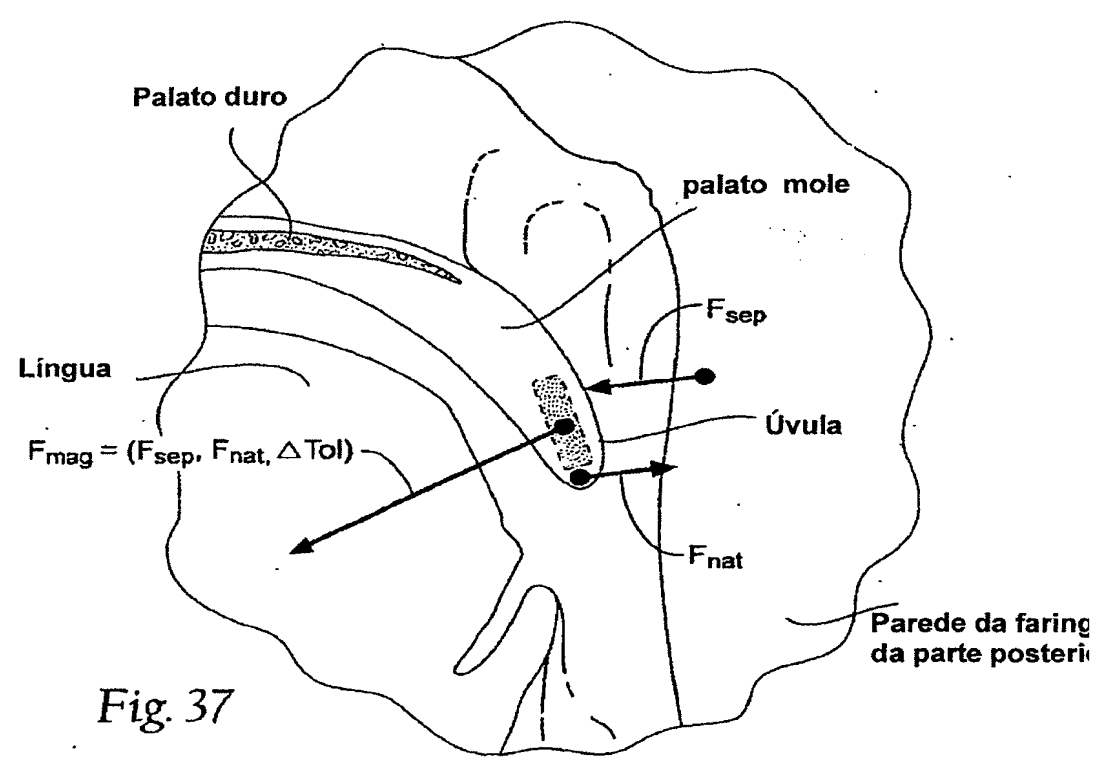


Fig. 37

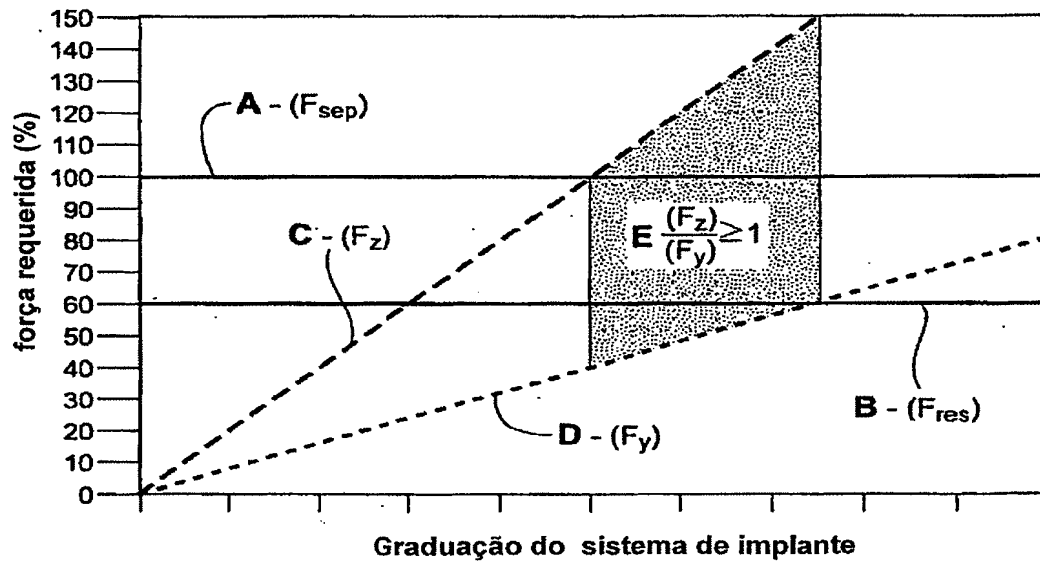
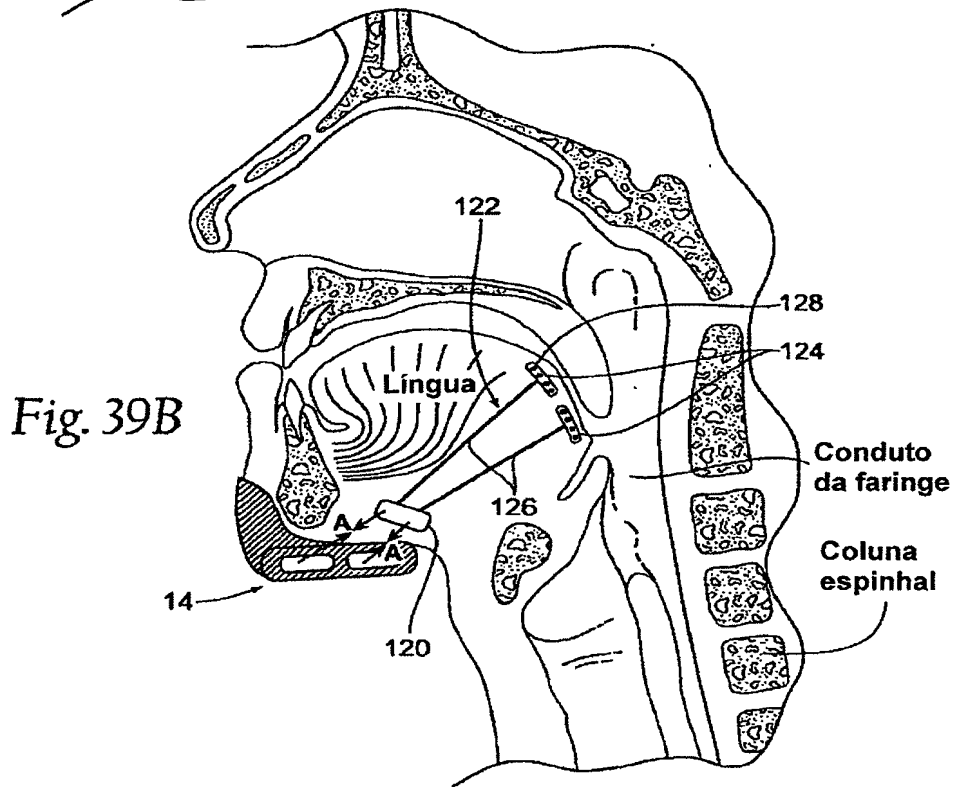
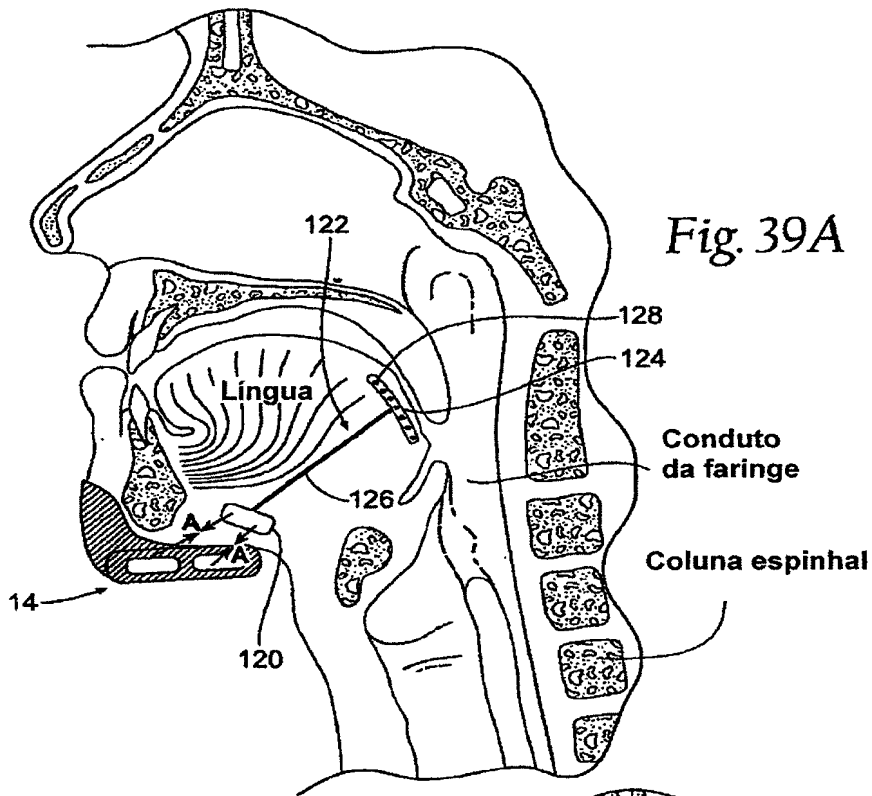
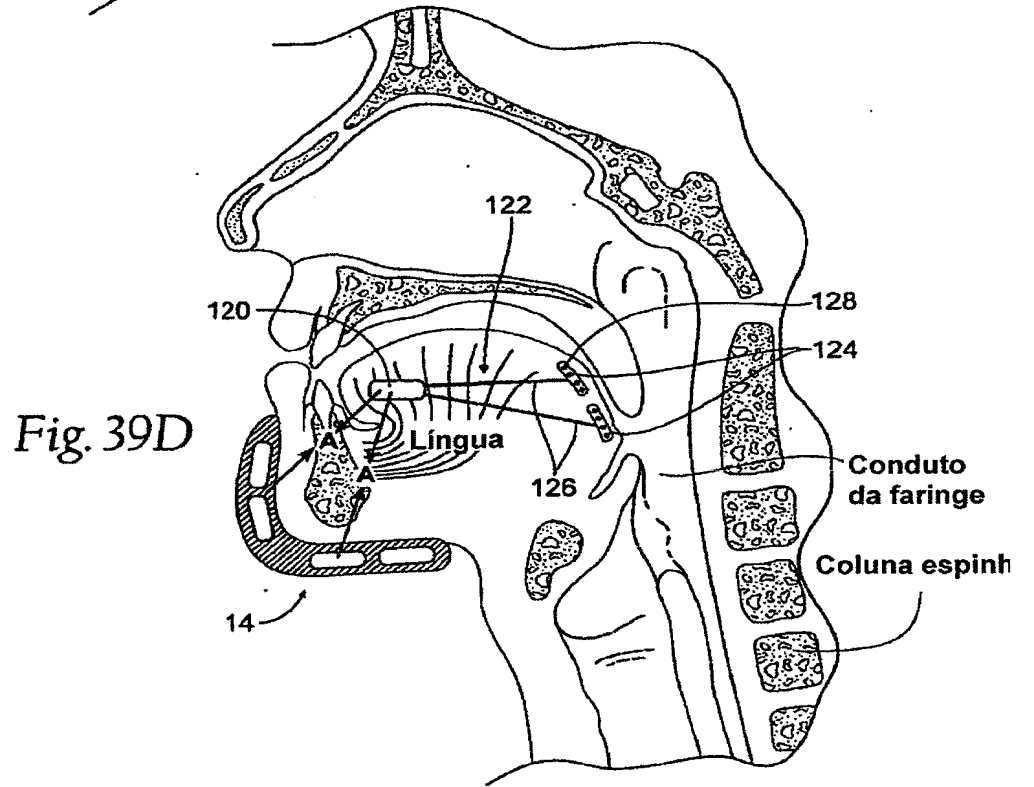
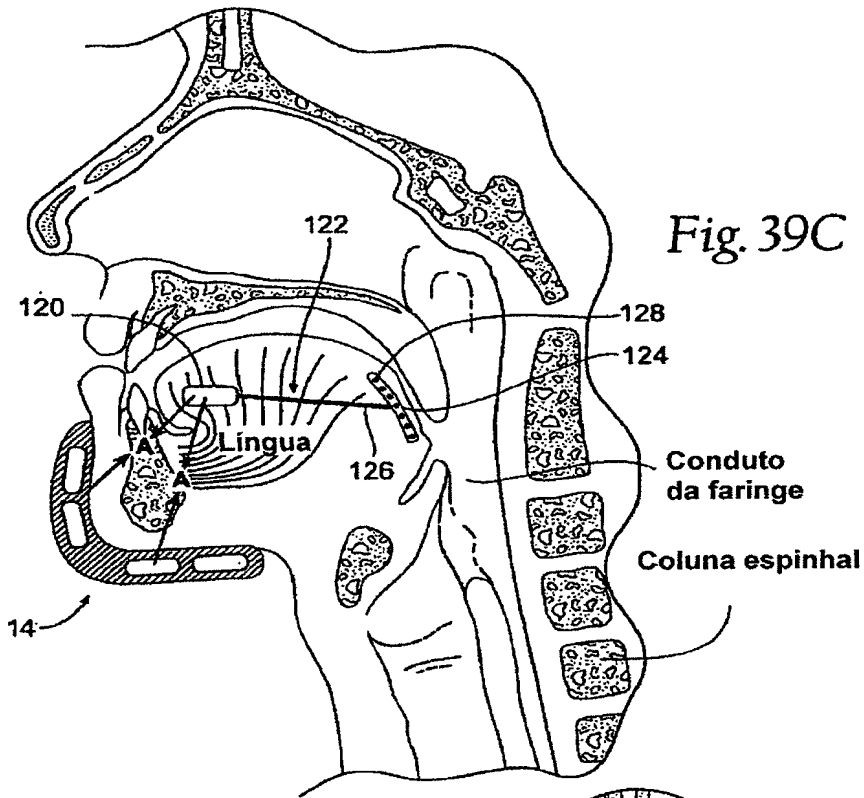
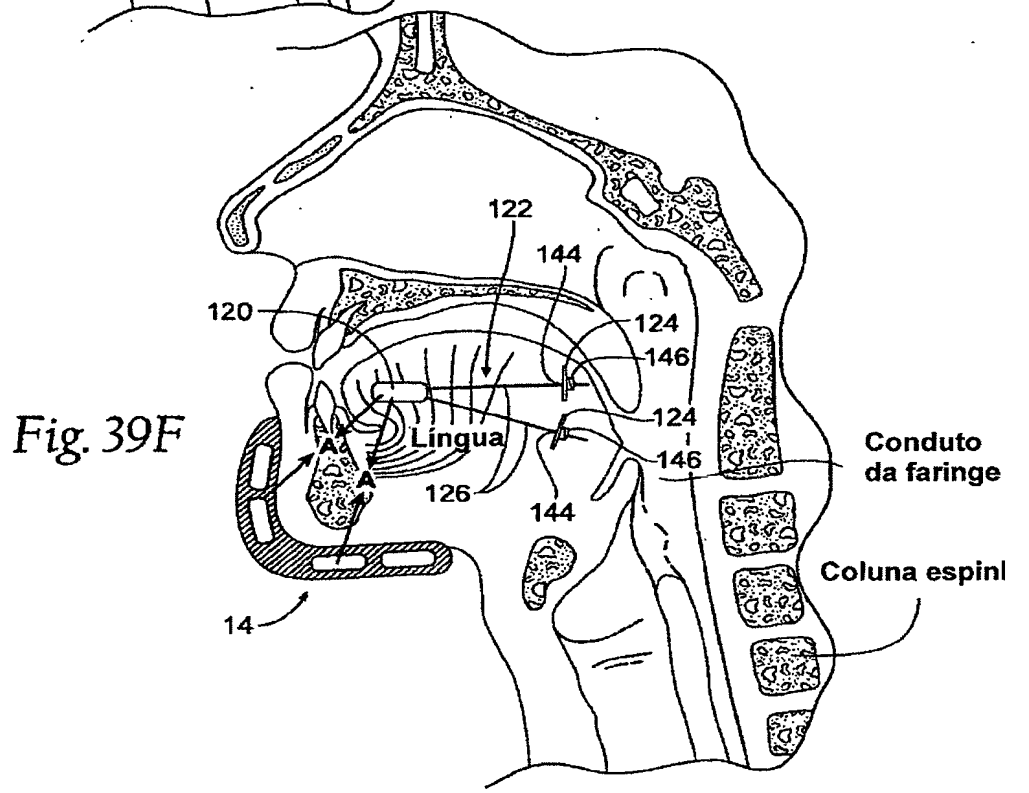
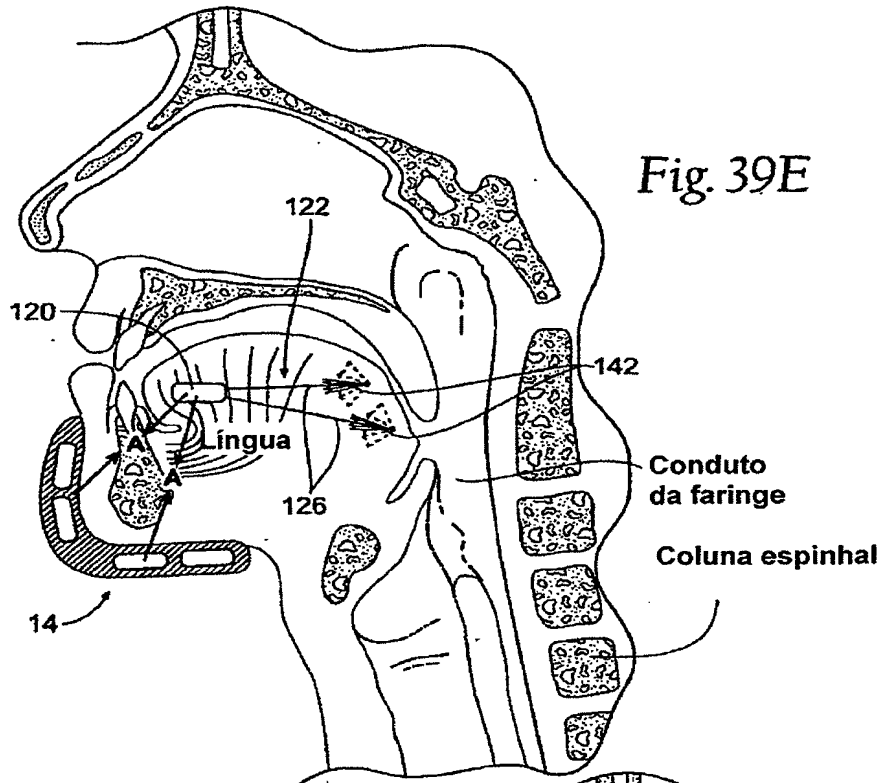
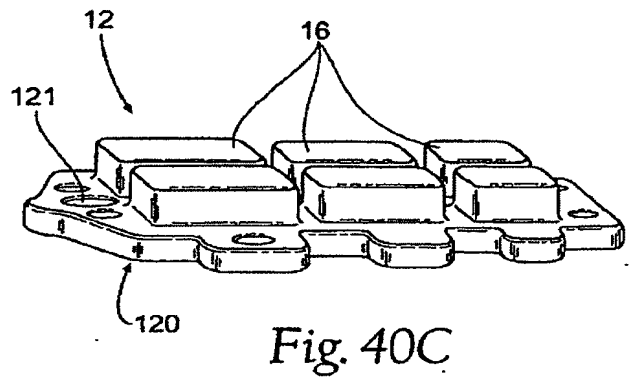
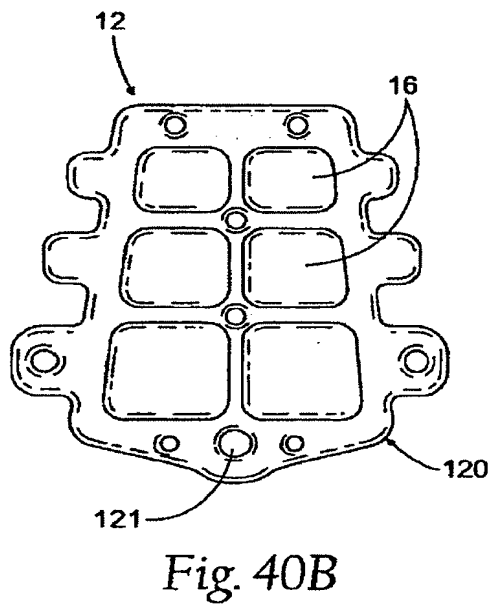
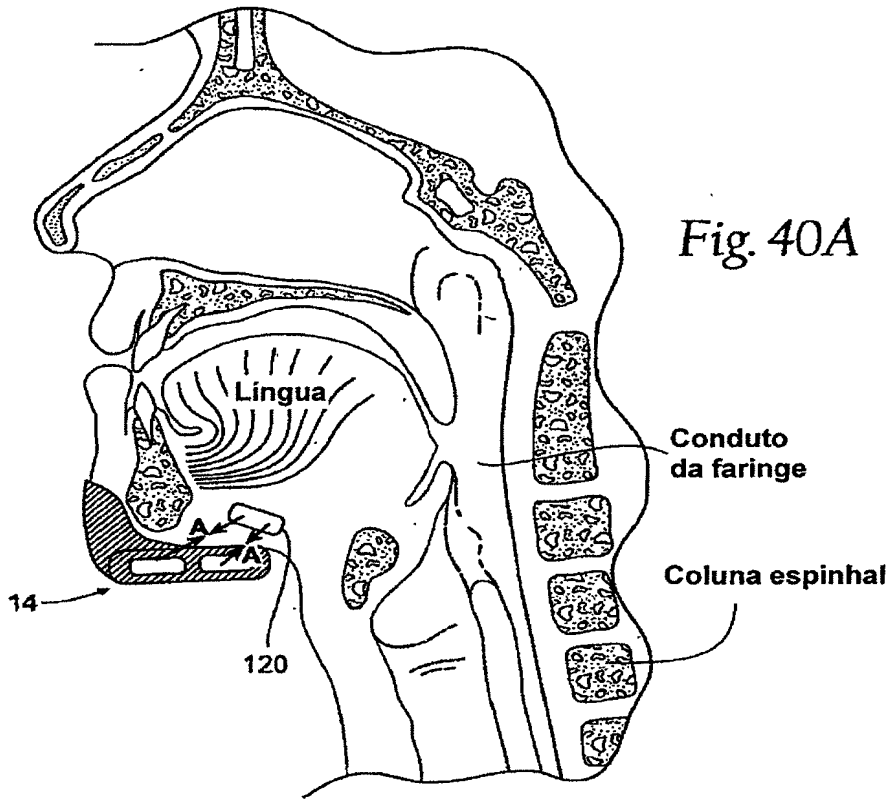


Fig. 38









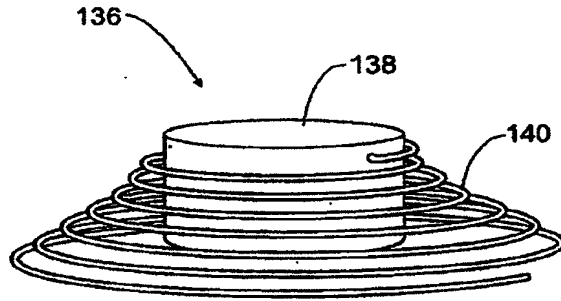


Fig. 41A

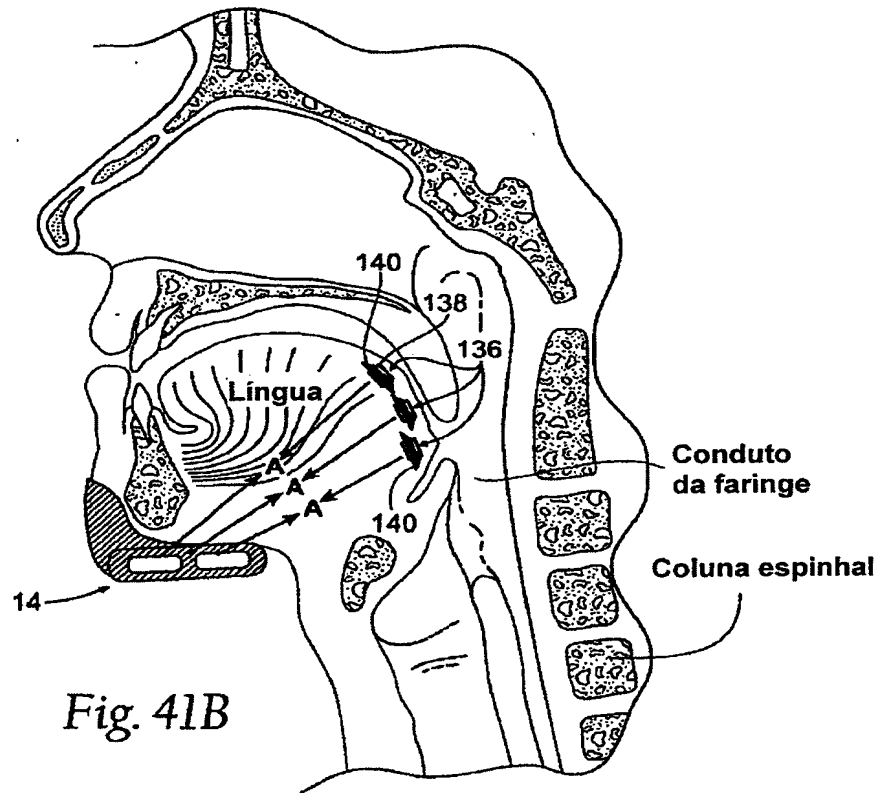


Fig. 41B

RESUMO

“SISTEMA, E, MÉTODO”

Sistemas e métodos resistem à movimentação posterior de ambos a língua e o palato mole/úvula durante o sono, mantendo, desse modo, uma via respiratória aberta. Os sistemas e métodos empregam primeira, segunda e terceira estruturas. A primeira estrutura é dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma língua. A segunda estrutura é dimensionada e configurada para colocação em ou sobre uma região de um palato mole ou úvula. A terceira estrutura é dimensionada e configurada para colocação em ou sobre tecido em uma relação desejada anterior das primeira e segunda estruturas. As primeira e segunda estruturas incluem, cada uma, um material ferromagnético. A terceira estrutura inclui um material magnético que interage magneticamente com ambos os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos pela atração de ambos os primeiro e segundo materiais ferromagnéticos, resistindo, desse modo, à movimentação posterior de ambos a língua e o palato mole/úvula.