



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

(11) PI 0909848-8 B1



(22) Data do Depósito: 31/03/2009

(45) Data de Concessão: 07/05/2019

(54) Título: PAR DE LENTES DE CONTATO PARA CORREÇÃO DE PRESBIOPIA

(51) Int.Cl.: G02C 7/04; A61F 2/16.

(30) Prioridade Unionista: 31/03/2008 US 12/058,817.

(73) Titular(es): JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC..

(72) Inventor(es): C. BENJAMIN WOOLEY; RONALD CLARK; THOMAS KARKKAINEN; SUSAN W. NEADLE; JAMES W. HAYWOOD; SHEILA B. HICKSON-CURRAN.

(86) Pedido PCT: PCT US2009038960 de 31/03/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/124052 de 08/10/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/09/2010

(57) Resumo: LENTES PARA CORREÇÃO DE PRESBIOPIA E MÉTODOS PARA PROJETAR AS LENTES A presente invenção refere-se a métodos para projetar lentes de contato e lentes de contato projetadas de acordo com o método, lentes as quais fornecem um método aprimorado para correção de presbiopia em comparação aos métodos e lentes convencionais. É uma descoberta da invenção o fato de que o desempenho aprimorado e o tempo reduzido de projeto podem ser obtidos pelo uso de pares de lentes que atuam de modo sinérgico para fornecer ao usuário de lente uma boa binocularidade e desempenho consistente na visão de perto, intermediária e de longe.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PAR DE LENTES DE CONTATO PARA CORREÇÃO DE PRESBIOPIA**".

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a lentes oftálmicas úteis para a correção de presbiopia. Em particular, a invenção fornece conjuntos de lentes de contato a partir dos quais pares podem ser selecionados, e pares de lentes a serem usadas por um indivíduo para corrigir a presbiopia.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 À medida que um indivíduo envelhece, o olho torna-se menos capaz de acomodar, ou curvar a lente natural, para focar objetos que estão relativamente próximos ao observador. Esse estado é conhecido como presbiopia. De modo similar, para pessoas que tiveram sua lente natural removida e substituída pela inserção de uma lente intraocular, a capacidade
15 de acomodação é ausente.

Entre os métodos usados para corrigir a incapacidade dos olhos em acomodar-se está um método conhecido como monovisão, em que uma lente de visão simples para correção da visão de longe é usada no olho dominante do usuário da lente e uma lente de visão simples para
20 a correção da visão de perto é usada no olho não-dominante. A monovisão é desvantajosa porque resulta em perda da estereopsia. Outro método conhecido para correção da presbiopia é o uso de lentes de contato bifocais ou multifocais em ambos os olhos do indivíduo. O uso de lentes bifocais ou multifocais em ambos os olhos resulta na redução do
25 contraste da imagem e resolução em comparação à monovisão. Ainda outro método de tratamento da presbiopia é colocar uma lente bifocal ou multifocal em um olho e uma lente de visão simples no outro olho. A desvantagem de usar esse método é o grande número de lentes que precisa ser considerado para fornecer ao indivíduo um desempenho
30 satisfatório da lente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é um gráfico em que é mostrado um perfil de potência.

A figura 2 é um gráfico em que é mostrado um perfil de potência de uma lente da invenção.

A figura 3 é um gráfico em que é mostrado um perfil de potência de uma lente da invenção.

5 A figura 4 é um gráfico em que é mostrado um perfil de potência de uma lente da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO E MODALIDADES PREFERENCIAIS

10 A invenção fornece métodos para projetar lentes de contato, lentes de contato projetadas de acordo com o método, e métodos para produção de lente, lentes essas que fornecem um método aprimorado de correção de presbiopia em comparação às lentes e métodos tradicionais. É uma descoberta da invenção o fato de que o desempenho aprimorado e o tempo de projeto reduzido podem ser obtidos pelo uso de pares de lentes
15 que atuam de modo sinérgico para fornecer ao usuário da lente uma boa binocularidade e desempenho consistente na visão de perto, intermediária, e de longe.

Em uma modalidade, a invenção fornece um par de lentes que compreende, consiste essencialmente em, e consiste em uma primeira lente
20 e uma segunda lente que satisfazem as seguintes relações:

$$\bar{D} \geq -0,14 \times RX_{add} + 0,84$$

$$\bar{N} \geq -0,08 \times Rx_{add} + 0,64$$

$$\bar{\Delta d} \leq 0,2$$

$$\bar{\Delta n} \leq 0,2$$

em que \bar{D} é um valor médio de uma razão ponderada binocular para longe para diâmetros de pupila de 2,5 a 6 mm;

Rx_add é a potência adicional em dioptrias adicionada à prescrição de longe para fornecer a correção de visão de perto para um indivíduo;

\bar{N} é um valor médio de uma razão ponderada binocular de perto para diâmetros de pupila de 2,5 a 6 mm;

5 $\bar{\Delta d}$ é um valor médio para uma disparidade na visão de longe entre a primeira e a segunda lentes para diâmetros de pupila de cerca de 2,5 a 6 mm; e

$\bar{\Delta n}$ é um valor médio para uma disparidade na visão de perto entre a primeira e a segunda lentes para diâmetros de pupila de cerca de 3,5 a cerca de 6 mm.

10 Em uma modalidade preferencial, o par de lentes é selecionado a partir de um conjunto de lentes que tem uma faixa de potência de adição de cerca de 0,75 a cerca de 2,50 dioptrias.

A invenção também fornece um método para correção de presbiopia que compreende, consiste essencialmente em, e consiste em: a.) fornecer duas ou mais lentes, cada lente tendo um perfil de potência diferente de cada uma das outras lentes; e b.) selecionar a partir das lentes
15 fornecidas na etapa a.) uma primeira lente e uma segunda lente para formar um par de lentes, sendo que o primeiro e o segundo pares de lente satisfazem às seguintes relações:

$$\bar{D} \geq -0,14 \times Rx_add + 0,84$$

$$\bar{N} \geq -0,08 \times Rx_add + 0,64$$

$$\bar{\Delta d} \leq 0,2$$

$$\bar{\Delta n} \leq 0,2$$

20 Ainda em outra modalidade, a invenção fornece um conjunto de lentes que compreendem, consistem essencialmente em, e consistem em uma primeira lente que tem um valor médio de razão ponderada monocular de longe d_A e um valor médio de uma razão ponderada monocular de perto n_A , uma segunda lente que tem um valor médio de uma razão ponderada monocular de

longe d_B e um valor médio de uma razão ponderada monocular de perto n_B , e uma terceira lente que tem um valor médio de uma razão ponderada monocular de longe d_C e um valor médio de uma razão ponderada monocular de perto n_C , sendo que cada primeira, segunda e terceira lentes tem um perfil de potência que é diferente do perfil de cada uma das outras lentes e sendo que $d_A > d_B > d_C$ e $n_A < n_B < n_C$. Em uma modalidade preferencial, o conjunto de lentes é um conjunto de três lentes.

Uma descoberta da invenção é que o desempenho superior, em comparação às lentes multifocais convencionais, pode ser alcançado por um indivíduo que use o par lentes que satisfaz às seguintes relações:

$$\bar{D} \geq -0,14 \times Rx_add + 0,84$$

$$\bar{N} \geq -0,08 \times Rx_add + 0,64$$

$$\bar{\Delta d} \leq 0,2$$

$$\bar{\Delta n} \leq 0,2$$

em que \bar{D} é um valor médio de uma razão ponderada binocular de longe para diâmetros de pupila 25 de 2,5 a 6 mm;

Rx_add é a potência adicional em dioptrias adicionada à prescrição de longe para fornecer uma correção de visão de perto para um indivíduo;

15 \bar{N} é um valor médio de uma razão ponderada binocular de perto para diâmetros de pupila de 2,5 a 6 mm;

$\bar{\Delta d}$ é um valor médio para uma disparidade na visão de longe entre as lentes para diâmetros de pupila de cerca de 2,5 a 6 mm; e

20 $\bar{\Delta n}$ é um valor médio para uma disparidade na visão de perto entre as lentes para diâmetros de pupila de cerca de 3,5 a cerca de 6 mm.

A razão ponderada binocular de longe ("D") é o máximo de razão ponderada de longe do olho dominante ("d₁") e a razão ponderada de longe do olho não- dominante ("d₂") ou $D = \max(d_1, d_2)$. A razão ponderada de perto

("N") é o máximo da razão ponderada de perto do olho dominante ("n₁") e a razão ponderada de perto do olho não-dominante ("n₂") ou $N = \max(n_1, n_2)$. Para os propósitos da invenção, "olho dominante" significa o olho que é determinado pelo médico oftalmologista como o olho para o qual a correção deve ser otimizada para a visão de longe e o olho não-dominante refere-se ao olho para o qual a correção deve ser otimizada para a visão de perto.

A distância ponderada monocular e as razões de perto podem ser calculadas para vários tamanhos de pupila para cada olho e são medidas de quão bem a potência, em qualquer raio de lente dado, satisfaz aos requisitos de longe e de perto, respectivamente, do usuário da lente. As razões também medem quão bem uma lente simples pode ter o desempenho esperado em relação ao ideal, dada a esfera do usuário e prescrições de adição. A distância ponderada e as razões de perto terão uma faixa de valores de 0 a 1,0, com 0 significando que nenhum benefício é fornecido à distância requerida para o usuário da lente e 1,0 significando que a lente corrige completamente a visão do usuário para longe. Para perfis de potência simétricos de modo rotacional, a razão ponderada monocular de longe pode ser calculada pela integração sobre o raio da lente para dar:

$$d(R) = \frac{\int_0^R [1 - \text{tangente hiperbólica}(0,5 * |P(r) - Rx_esfera|)] \text{raio}}{\int_0^R \text{raio}} \quad (I)$$

em que R é o raio da pupila;

Rx_esfera é a potência de prescrição de esfera em dioptrias para o olho cuja razão ponderada monocular está sendo calculada;

tanh é a tangente hiperbólica; e

P(r) é a potência da lente mais o olho dada pela seguinte equação:

$$P(r) = P_{CL}(r) + SA_{olho} * r^2 + F \quad (II)$$

em que SA_{olho} é a aberração esférica do olho e é, de preferência, $0,1$ dioptrias/mm²;

F é o ajuste da lente, significando a alteração nominal, em dioptrias;

r é a distância radial a partir do centro da lente de contato; e

- 5 $P_{CL}(r)$ é a distribuição de potência radial, ou perfil de potência, para a lente de contato. Para um projeto específico, a distribuição de potência é fornecida com uma série de $P_{CL}(r)$ em incrementos de $0,25$ dioptrias.

A distribuição de potência radial, ou perfil de potência, ($P_{CL}(r)$) da lente é a potência axial da lente em ar e pode ser calculada a partir dos formatos de superfície, espessura e índice de refração da lente. A distribuição de potência radial também pode ser medida, mais corretamente, mediante a medição da frente de onda com um interferômetro a partir do qual a frente de onda pode ser determinada. A figura 1 é um exemplo de distribuição de potência radial ou perfil de potência. Conforme mostrado, o eixo horizontal, ou x , é a distância radial a partir do centro geométrico da lente. O eixo vertical, ou y , é a potência da lente adicionada à potência do olho em cada posição radial.

A razão ponderada monocular de longe pode ser calculada pela integração sobre o raio da lente para dar:

$$n(R) = \frac{\int_0^R \left[1 - \text{tangente hiperbólica} \left(0,5 * |P(r) - Rx_{\text{esfera}} - Rx_{\text{adição}}| \right) \right] \text{raio}}{\int_0^R \text{raio}}$$

(III)

em que R , é o raio da pupila;

- 20 Rx_{esfera} é a potência de prescrição da esfera em dioptrias para o olho cuja razão ponderada monocular está sendo calculada;

\tanh é a tangente hiperbólica;

$P(r)$ é a potência da lente de contato mais o olho dada pela equação II; e

- 25 Rx_{add} é a potência adicional em dioptrias adicionada à prescrição para longe para fornecer uma correção da visão de perto ao indivíduo.

Para perfis de potência simétricos de modo não-rotacional, a razão ponderada monocular para longe pode ser calculada pela integração sobre o raio da lente para dar:

$$d(R) = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^R \left[1 - \text{tangente hiperbólica} \left(0,5 * |P(r, \Phi) - Rx_esfera| \right) \right] r \, dr \, d\Phi}{\int_0^{2\pi} \int_0^R r \, dr \, d\Phi} \quad (IV)$$

em que R, Rx_esfera, tanh e P(r) são conforme estabelecido acima: e

5 Φ é um ângulo polar.

A razão ponderada monocular de perto para perfis de potência simétricos de modo não-rotacional pode ser calculada pela integração sobre o raio da lente para dar:

$$n(R) = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^R \left[1 - \text{tangente hiperbólica} \left(0,5 * |P(r, \Phi) - Rx_esfera - Rx_adição| \right) \right] r \, dr \, d\Phi}{\int_0^{2\pi} \int_0^R r \, dr \, d\Phi} \quad (V)$$

10 Para lentes difrativas simétricas, a razão ponderada monocular de longe pode ser calculada pela integração sobre o raio da lente para dar:

$$d(R) = \frac{\int_0^R \left[1 - \text{tangente hiperbólica} \left(0,5 * \left| \sum_m \varepsilon_m * P_m(r) - Rx \right| \right) \right] r \, dr}{\int_0^R r \, dr} \quad (VI)$$

em que m é a ordem difrativa;

$P_m(r)$ é o perfil de potência para a ordem m;

ε_m é a eficiência difrativa para a ordem m; e

$\sum_m \varepsilon_m$ é 1.

As equações II, IV e V podem ser modificadas de modo similar.

Com o uso da razão ponderada binocular de longe D e a razão ponderada binocular de perto N, o melhor desempenho para um par de lentes para a correção da presbiopia pode ser obtido com o uso de lentes que incorporam a correção da aberração esférica à lente no olho dominante, ajustada à potência de esfera da prescrição e a lente do olho não-dominante ajustada à potência de esfera mais a potência de adição prescrita. Nesse caso, D e N são ambos igual a 1,0. Embora esse par forneça um desempenho ótimo em indivíduos que toleram a disparidade entre os olhos para longe e para perto, para aqueles indivíduos que não podem tolerar a disparidade, a medição do desempenho das lentes precisa ser expandido para considerar a disparidade.

A disparidade para longe, Δd , e para perto, Δn , pode ser definida como:

$$\Delta d = |d_1 - d_2|$$

$$\Delta n = |n_1 - n_2|$$

As medições de disparidade correlacionam-se com conforto visual, estereopsia, e artefatos visuais.

Em uma modalidade preferencial é fornecido um conjunto de três lentes, cada lente tendom perfil de potência diferente daquele de cada uma das outras lentes e as lentes satisfazem às seguintes relações:

$$\bar{D} \geq -0,14 \times Rx_add + 0,84$$

$$\bar{N} \geq -0,08 \times Rx_add + 0,64$$

$$\bar{\Delta d} \leq 0,2$$

$$\bar{\Delta n} \leq 0,2$$

Para propósitos da invenção, "um conjunto de três lentes" não significa literalmente apenas três lentes, mas em vez disso três subconjuntos

de lentes e cada um dos subconjuntos é composto de múltiplas lentes que fornecem potência de esfera e potência de adição nas faixas desejadas. De preferência, cada subconjunto é composto de múltiplas lentes que fornecem potência de esfera sobre a faixa de -12,00 a +8,00 dioptrias em incrementos de 0,50 dioptrias e adicionam potência sobre as faixas de 0,75 a 2,50 dioptrias em incrementos de 0,25 dioptrias. Com mais preferência, um subconjunto de lentes fornece potência de esfera sobre uma faixa de -12,00 a +8,00 dioptrias em incrementos de 0,50 dioptrias e potência de adição sobre as faixas de 0,75 a 1,75 dioptrias em incrementos de 0,25 dioptrias, um segundo subconjunto de lentes fornece uma potência de esfera sobre a faixa de -12,00 a +8,00 dioptrias em incrementos de 0,50 dioptrias e potência de adição sobre as faixas de 0,75 a 2,50 dioptrias em incrementos de 0,25 dioptrias, e um terceiro subconjunto de lentes fornece potência de esfera na faixa de -12,00 a +8,00 dioptrias em incrementos de 0,50 dioptrias e potência de adição sobre as faixas de 1,25 a 2,50 dioptrias em incrementos de 0,25 dioptrias.

Exemplos de perfis de potência para uma lente a partir de cada um dos subconjuntos para uma prescrição de esfera de -3,00 dioptrias são mostrados nas figuras 2, 3, e 4. As lentes exemplificadas por esses três perfis de potência também satisfazem a $d_A > d_B > d_C$ e $n_A < n_B < n_C$. Essas lentes exemplificadoras podem ser ajustadas nas combinações de pares mostradas na tabela 1 abaixo. Para os propósitos da tabela 1, as lentes de figuras 2, 3, e 4 são designadas "A", "B", e "C", respectivamente. Na tabela 1, a primeira letra denomina a lente usada no olho dominante e a segunda letra é a lente do olho não-dominante. Um sinal de "+" designa que a lente do olho não-dominante é ajustada com 0,25 dioptrias adicionais de potência acima daquela determinada pelo médico oftalmologista como requerida para a correção de visão de longe para o indivíduo.

Tabela 1

Potência de Adição (dioptrias)	Combinações
0,75	AA, AB, AA+
1,00	AA, AB, AA+
1,25	BB, AB, BC, AA+, BB+

Potência de Adição (dioptrias)	Combinações
1,50	BB, AB, BC, AA+, BB+
1,75	BC, BB, AB
2,00	BC, BB+
2,25	BC
2,50	BC

Com mais preferência ainda, a invenção fornece um conjunto de três lentes, cada lente tendo um perfil de potência diferente daquele de cada uma das outras lentes e as lentes satisfazem às seguintes relações:

$$\bar{D} \geq -0,14 \times Rx_add + 0,84$$

$$\bar{N} \geq -0,08 \times Rx_add + 0,64$$

$$\bar{\Delta d} \leq 0,2$$

$$\bar{\Delta n} \leq 0,2$$

em que a superfície frontal, ou superfície lateral de objeto, da lente é uma superfície de zona multifocal ou uma superfície multifocal esférica contínua e a superfície posterior, ou superfície lateral do olho, da lente é uma superfície anesférica. O termo "superfície de zona multifocal" significa que há uma descontinuidade à medida que ocorra um movimento de uma zona de potência para outra zona de potência. A superfície posterior esférica tem um raio de aproximadamente 7,20 a 8,10 mm e com mais preferência de 7,85 mm, do centro geométrico até a borda da lente e uma constante cônica de -0,26.

Em uma modalidade ainda mais preferencial, a superfície frontal multifocal tem cinco zonas radialmente simétricas que alternam-se entre correção de perto e correção de longe ou perto, correção de longe e intermediária, e uma superfície posterior anesférica com um raio de aproximadamente 7,20 a 8,10 mm, e com mais preferência 7,85 mm, e uma

constante cônica de -0,26. A tabela 2 abaixo fornece os valores mais preferenciais para o conjunto de três lentes, A, B e C dentro desta modalidade.

Tabela 2

	A	B	C
Altura de Zona Nominal (dioptrias)	0,6	0,9	1,9
Faixa de Altura de Zona	0,3 a 0,8	0,7 a 1,2	1,7 a 2,1
Aberração Esférica (dioptrias/mm ²)	-0,1	-0,17	-0,1
Aberração Esférica Faixa	-0,08 a -0,12	-0,14 a -0,20	-0,8 a -0,12
Transições de Zona-1 ^a	0,75	0,7	1
Transições de Zona-1 ^a Faixa	0,65 a 0,85	0,6 a 0,8	0,9 a 1,1
Transições de Zona-2 ^a	1,25	1,3	1,95
Transições de Zona-2 ^a Faixa	1,15 a 1,35	1,2 a 1,4	1,85 a 2,05
Transições de Zona-3 ^a	2	1,95	2,5
Transições de Zona-3 ^a Faixa	1,9 a 2,1	1,85 a 2,05	2,4 a 2,6
Transições de Zona-4 ^a	2,5	2,55	3,45
Transições de Zona-4 ^a Faixa	2,4 a 2,6	2,45 a 2,65	3,35 a 2,55

- Em uma modalidade ainda mais preferencial, a invenção
- 5 fornece um conjunto de três lentes, cada lente tendo um perfil de potência diferente daquele de cada uma das outras lentes e as lentes satisfazem às seguintes relações:

$$\bar{D} \geq -0,14 \times Rx_{add} + 0,84$$

$$\bar{N} \geq -0,08 \times Rx_{add} + 0,64$$

$$\bar{\Delta d} \leq 0,2$$

$$\bar{\Delta n} \leq 0,2$$

- em que a superfície frontal é uma superfície de zona multifocal na qual em cada zona é incorporada uma aberração esférica sendo que a aberração esférica das
- 10 zonas de perto pode ser um adicional de 0,05 a 0,1 dioptrias/mm² a partir

daquela das zonas de longe. Alternativamente, se a superfície multifocal é uma superfície contínua ou descontínua, a aberração esférica para longe e para perto pode ser ajustada de acordo com as seguintes equações:

$$SA_{RX} = SA_0 + c * Rx_esfera$$

$$0,0044 < c < 0,0052$$

em que SA_0 é a aberração esférica do projeto para Rx_esfera que é igual a 5 0,0 dioptrias;

c é uma constante de valor entre 0,0044 e 0,0052 e de preferência é 0,0048. A superfície posterior da lente nessas modalidades é de preferência anesférica com um raio de aproximadamente 7,20 a 8,10 mm, com mais preferência de 7,85 mm e uma constante cônica de -0,26.

10 Em ainda outra modalidade da invenção é fornecido um conjunto de três lentes, cada lente tendo um perfil de potência diferente daquele de cada uma das outras lentes e as lentes satisfazem as seguintes relações:

$$\bar{D} \geq -0,14 \times Rx_add + 0,84$$

$$\bar{N} \geq -0,08 \times Rx_add + 0,64$$

$$\bar{\Delta}d \leq 0,2$$

$$\bar{\Delta}n \leq 0,2$$

$$STD(P_E(r)) < 0,15 \text{ para } 1,25 < r < 3.$$

em que STD é o desvio-padrão; e

$P_E(r)$ é a potência efetiva da lente mais olho, dada pela seguinte equação:

$$P_E(R) = \int_0^R P(r) * raio$$

em que $P(r)$ é a potência da lente de contato sobre o olho dada pela equação II. A restrição adicional dessensibiliza o desempenho visual do projeto ao tamanho da pupila.

Nos projetos de zona da invenção, a primeira zona, ou a zona que é centrada no centro geométrico da lente pode ser, e de preferência é, uma zona que fornece a correção de visão de longe ou pode fornecer essa correção de visão de perto ou intermediária. Em pares de lentes, a primeira zona pode ser igual ou diferente. De modo similar, em projetos contínuos e anesféricos multifocais, a correção no centro de cada um dos pares de lentes pode ser igual ou diferente e pode ser selecionada a partir de correção de longe, intermediária e de perto.

As lentes de contato que podem ter um projeto de acordo com a invenção são, de preferência, lentes de contato macias. Lentes de contato macias, produzidas a partir de qualquer material adequado para produzir tais lentes, são preferencialmente usadas. Os materiais ilustrativos para formação de lentes de contato macias incluem, sem limitação, elastômeros de silicone, macrômeros contendo silicone, incluindo, sem limitação, aqueles apresentados nas Patentes U.S. n°s 5.371.147, 5.314.960, e 5.057.578 aqui incorporadas em suas totalidade, a título de referência, hidrogéis, hidrogéis contendo silicone, e similares e combinações dos mesmos. Com mais preferência, a superfície é um siloxano, ou contém uma funcionalidade de siloxano, incluindo, sem limitação, macrômeros de polidimetil siloxano, metacrilóxi propila polialquil siloxanos, e misturas dos mesmos, hidrogel de silicone ou um hidrogel, tal como etafilcon A.

Um material preferencial para formação de lente consiste em polímeros de metacrilato de poli 2-hidroxietila, o que significa ter um pico de peso molecular entre cerca de 25.000 e cerca de 80.000 e uma polidispersidade de menos que cerca de 1,5 a menos que cerca de 3,5 respectivamente e ligados de modo covalente, a pelo menos um grupo funcionalformador de ligação cruzada. Esse material é descrito na Patente U.S. n° 6.846.892 aqui incorporada em sua totalidade, a título de referência. Materiais adequados para formação de lentes intraoculares incluem, sem limitação, metacrilato de polimetila, metacrilato de hidroxietila, plásticos

transparentes inertes, polímeros à base de silicone, e similares e combinações dos mesmos.

O tratamento do material formador da lente pode ser realizado por quaisquer meios conhecidos incluindo, sem limitação, térmico, irradiação, 5 químico, eletromagnético tratamento por radiação e similares e combinações dos mesmos. De preferência, a lente é moldada, o que é realizado com o uso de luz ultravioleta ou com o uso do espectro da luz visível. Mais especificamente, as condições precisas adequadas para tratamento do material das lentes dependerá do material selecionado e da lente a ser 10 formada. Os processos de polimerização para lentes oftálmicas incluindo, sem limitação, lentes de contato são bem conhecidos. Processos adequados são apresentados na Patente U.S. nº5.540.410 aqui incorporada em sua totalidade, a título de referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Par de lentes de contato, caracterizado pelo fato de que compreende uma primeira lente a ser utilizada no olho dominante do usuário, que é o olho para o qual a correção deve ser otimizada para a visão de longe, e uma segunda lente a ser utilizada no olho não dominante do usuário, que é o olho para o qual a correção deve ser otimizada para a visão de perto que satisfazem às seguintes relações:

$$\bar{D} \geq -0,14 \times Rx_add + 0,84$$

$$\bar{N} \geq -0,08 \times Rx_add + 0,64$$

$$\bar{\Delta}d \leq 0,2$$

$$\bar{\Delta}n \leq 0,2$$

em que \bar{D} é um valor médio de uma razão ponderada binocular de longe para diâmetros de pupila de 2,5 a 6 mm;

- 10 Rx_add é uma potência adicional em dioptrias adicionada a uma prescrição de longe para fornecer a correção da visão de perto de um indivíduo;

\bar{N} um valor médio de uma razão ponderada binocular de perto para diâmetros de pupila 2,5 a 6 mm;

- 15 $\bar{\Delta}d$ é um valor médio para uma disparidade na visão de longe entre a primeira e a segunda lente para diâmetros de pupila de 2,5 a 6 mm; e

$\bar{\Delta}n$ é um valor médio para uma disparidade na visão de perto entre a primeira e a segunda lente para diâmetros de pupila de 3,5 a 6 mm,

- 20 a razão ponderada binocular de longe é dada pela expressão $D = \max(d1, d2)$, onde d1 é do olho dominante, e d2 é a razão ponderada monocular de longe do olho não dominante, a razão ponderada monocular de longe sendo dada pela expressão:

$$d(R) = \frac{\int_0^R [1 - \tanh(0,5) * |P(r) - Rx_{esf\acute{e}ra}|] r dr}{\int_0^R r dr},$$

onde R é o raio da pupila,

Rxesfera é a potência de prescrição de esfera em dioptrias para o olho cuja razão ponderada monocular esta sendo calculada e

P(r) é a potência da lente mais o olho dada pela relação

$$P(r) = P_{CL}(r) + SA_{olho} * r^2 + F,$$

5 onde SAolho é a aberração esférica do olho,

F é o ajuste da lente,

r é a distancia radial a partir do centro da lente de contato e

PCL(r) é a distribuição de potência radial para a lente de contato;

a razão ponderada binocular de perto é dada pela expressão $N = \max(n_1, n_2)$, onde n1 é a razão ponderada monocular de perto do olho dominante e n2 é a razão ponderada monocular de perto do olho não dominante, a razão ponderada monocular de perto sendo dada pela expressão:

$$n(R) = \frac{\int_0^R [1 - \tanh(0,5) * |P(r) - Rx_{esfera} - Rx_{add}|] r dr}{\int_0^R r dr};$$

15 a disparidade para longe e para perto são definidas como:

$$\Delta d = |d_1 - d_2|$$

$$\Delta n = |n_1 - n_2|.$$

2. Par de lentes de contato, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o par é escolhido a partir de um conjunto de lentes que têm uma faixa de potência de adição de 0,75 a 2,50 dioptrias e uma faixa de potência de longe de -12,00 a + 8,00 dioptrias.

3. Par de lentes de contato, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma lente do par de lentes

compreende adicionalmente uma superfície frontal que é uma superfície de zona multifocal e uma superfície posterior que é uma superfície anesférica.

4. Par de lentes de contato, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a superfície frontal multifocal é uma
5 superfície de zona multifocal que compreende pelo menos cinco zonas radialmente simétricas, alternando zonas de correção entre visão de perto e visão de longe e a superfície posterior é uma superfície anesférica.

5. Par de lentes de contato, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a superfície posterior tem raio de 7,85 mm e
10 uma constante cônica de $-0,26$.

6. Par de lentes de contato, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma lente do par de lentes compreende uma superfície frontal que é uma superfície de zona multifocal alternando zonas de correção de longe e zonas de correção de perto, em
15 que dentro de cada zona de correção de perto está incorporada uma aberração esférica que é tracionada em $0,5$ a $0,1$ dioptrias/mm² a partir daquela das zonas de correção de longe.

7. Par de lentes de contato, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma lente do par de lentes
20 compreende uma superfície frontal que é uma superfície de zona multifocal alternando zonas de correção de longe e de perto, em que uma aberração esférica é ajustada através das zonas de correção de longe de acordo com as seguintes equações:

$$SARX = SA_0 + c * Rx_esfera$$

$$0,0044 < c < 0,0052$$

em que SA_0 a aberração esférica do projeto para um Rx_esfera que é igual
25 a $0,0$ dioptrias; e
 c é uma constante de valor entre $0,0044$ e $0,0052$.

8. Par de lentes de contato, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que em pelo menos uma lente do par de lentes uma superfície posterior da lente é uma superfície anesférica.

9. Par de lentes de contato, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o par de lente satisfaz adicionalmente à relação:

$$\text{STD}(P_E(r)) < 0,15 \text{ para } 1,25 < r < 3.$$

em que STD é um desvio-padrão.

- 5 10. Par de lentes de contato de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende uma primeira lente que tem um valor médio de razão ponderada monocular de longe d_A e um valor médio de razão ponderada monocular de perto n_A , uma segunda lente que tem um valor médio de uma razão ponderada monocular de longe d_B e um valor
- 10 médio de uma razão ponderada monocular de perto n_B , e compreende ainda uma terceira lente que tem um valor médio de uma razão ponderada monocular de longe d_C e um valor médio de uma razão ponderada monocular de perto n_C , em que cada uma da primeira, segunda e terceira lentes tem um perfil de potência que é diferente daquele de cada uma das
- 15 outras lentes e sendo que $d_A > d_B > d_C$ e $n_A < n_B < n_C$.

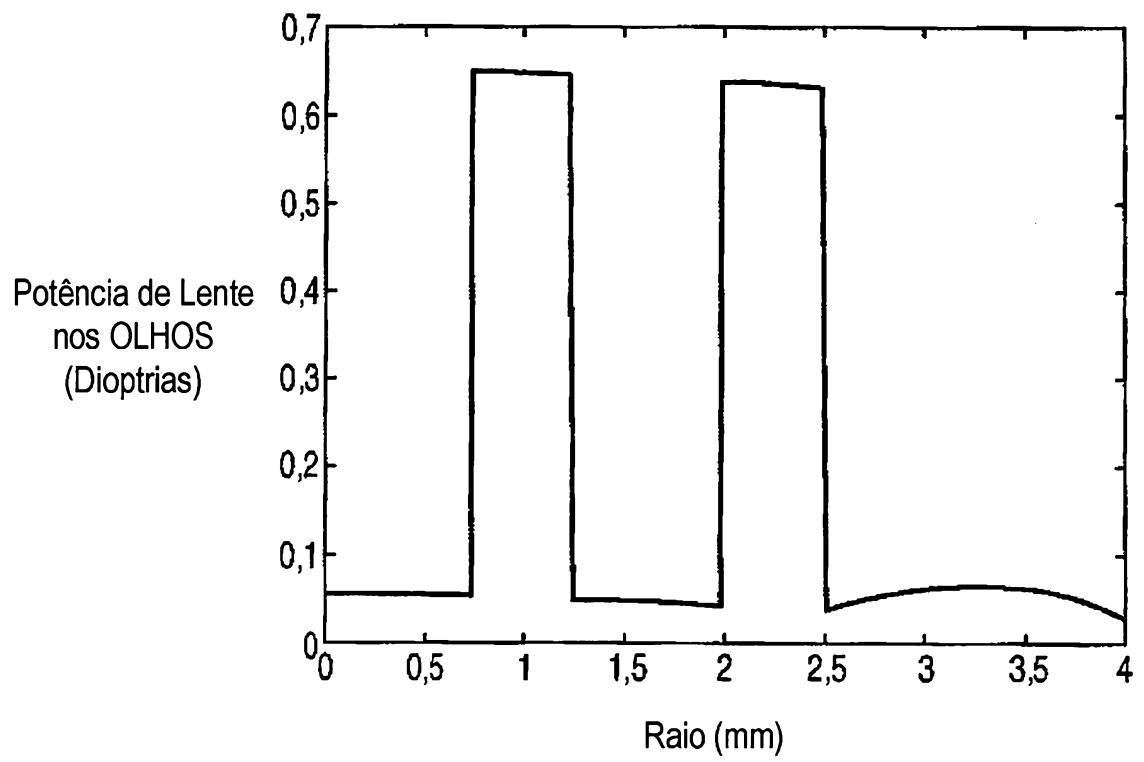
FIG. 1

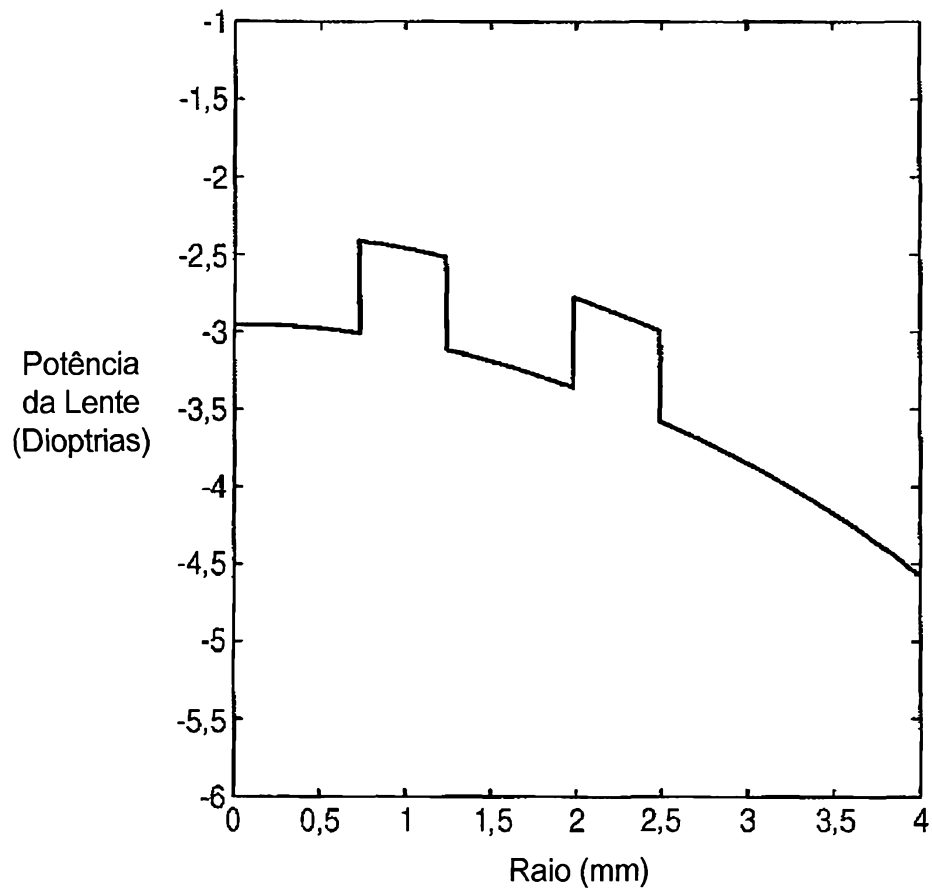
FIG. 2

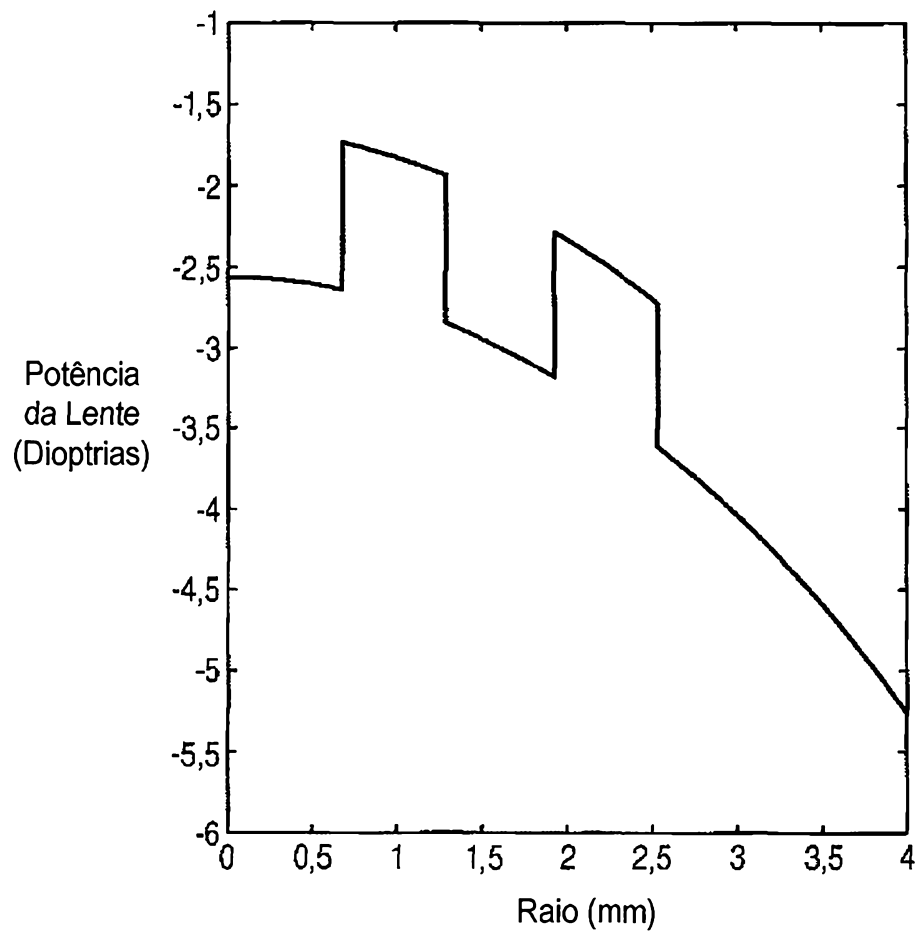
FIG. 3

FIG. 4