

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2006.03.31	(73) Titular(es): ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'OPTIQUE) 147, RUE DE PARIS 94227 CHARENTON CEDEX FR
(30) Prioridade(s): 2005.04.08 FR 0503543	
(43) Data de publicação do pedido: 2007.12.26	
(45) Data e BPI da concessão: 2014.05.14 141/2014	(72) Inventor(es): CYRIL GUILLOUX FR HERVÉ JOSSO FR BERNARD BOURDONCLE FR
	(74) Mandatário: NUNO MIGUEL OLIVEIRA LOURENÇO RUA CASTILHO, Nº 50 - 9º 1269-163 LISBOA PT

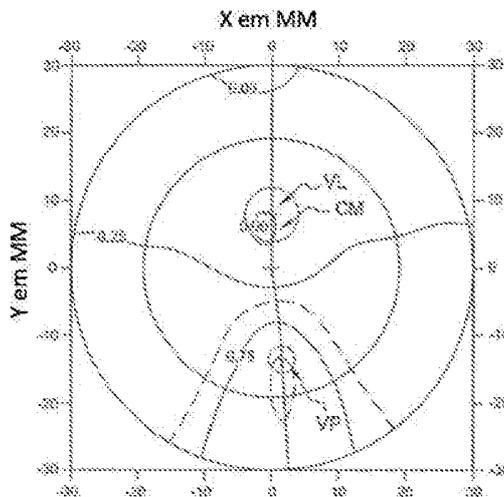
(54) Epígrafe: **LENTE OFTÁLMICA**

(57) Resumo:

UMA LENTE OFTÁLMICA APRESENTA UMA SUPERFÍCIE COMPLEXA QUE TEM UM CENTRO ÓTICO, UMA CRUZ DE MONTAGEM (CM) SITUADA A 4 MM ACIMA DO CENTRO ÓTICO, UM MERIDIANO QUE TEM UMA ADIÇÃO DE POTÊNCIA ENTRE PONTOS DE REFERÊNCIA PARA VISÃO DE LONGE (VL) E PARA VISÃO DE PERTO (VP). A SUPERFÍCIE COMPLEXA TEM UMA DIFERENÇA DE ESFERA MÉDIA NORMALIZADA PARA A ADIÇÃO NO MERIDIANO, ENTRE O CENTRO GEOMÉTRICO DO VIDRO E O PONTO DE CONTROLO PARA VISÃO DE LONGE, INFERIOR OU IGUAL A 0,1; UM COMPRIMENTO DE PROGRESSÃO INFERIOR OU IGUAL A 14 MM; UM RESSALTO DA QUANTIDADE DE ESFERA NORMALIZADA PARA A ADIÇÃO SOBRE UM CÍRCULO DE RAIO DE 20 MM CENTRADO NO CENTRO GEOMÉTRICO DA LENTE INFERIOR A 0,11 MM E UMA INCLINAÇÃO MÁXIMA DA VARIAÇÃO DE ESFERA NORMALIZADA PARA A ADIÇÃO COMPREENDIDA AO LONGO DO MERIDIANO ENTRE 0,09 E 0,11 MM. A LENTE É ADEQUADA PARA UMA VISÃO DE LONGE ALARGADA COM UMA BOA ACESSIBILIDADE PARA A VISÃO DE PERTO.

RESUMO
"LENTE OFTÁLMICA"

Uma lente oftálmica apresenta uma superfície complexa que tem um centro ótico, uma cruz de montagem (CM) situada a 4 mm acima do centro ótico, um meridiano que tem uma adição de potência entre pontos de referência para visão de longe (VL) e para visão de perto (VP). A superfície complexa tem uma diferença de esfera média normalizada para a adição no meridiano, entre o centro geométrico do vidro e o ponto de controlo para visão de longe, inferior ou igual a 0,1; um comprimento de progressão inferior ou igual a 14 mm; um ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição sobre um círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente inferior a 0,11 mm e uma inclinação máxima da variação de esfera normalizada para a adição compreendida ao longo do meridiano entre 0,09 e 0,11 mm. A lente é adequada para uma visão de longe alargada com uma boa acessibilidade para a visão de perto.



DESCRIÇÃO
"LENTE OFTÁLMICA"

A presente invenção tem como objetivo uma lente oftálmica.

Qualquer lente oftálmica, destinada a ser posta numa armação, está associada a uma prescrição. A prescrição em matéria oftálmica pode compreender uma prescrição de potência, positiva ou negativa, assim como uma prescrição de astigmatismo. Estas prescrições correspondem a correções das lentes a fornecer ao portador para corrigir os defeitos da sua visão. Uma lente é montada na armação em relação à prescrição e à posição dos olhos do portador relativamente à armação.

Nos casos mais simples, a prescrição limita-se a uma prescrição de potência. A lente é chamada unifocal e tem uma simetria de revolução. É simplesmente montada na armação de modo que a direção principal do olhar do portador coincide com o eixo de simetria da lente.

Para os portadores de presbiopia, o valor da correção de potência é diferente para visão de longe e para visão de perto, devido às dificuldades de acomodação para visão de perto. A prescrição é então composta por um valor de potência para visão de longe e por uma adição (ou progressão de potência) representativa do incremento de potência entre a visão de longe e a visão de perto; isso equivale a uma prescrição de potência para visão de longe e a uma prescrição de potência para visão de perto. As lentes adaptadas aos portadores de presbiopia são lentes

multifocais progressivas; estas lentes são descritas por exemplo em FR-A-2 699 294, US-A-5 270 745 ou US-A-5 272 495, FR-A-2 683 642, FR-A-2 699 294 ou ainda FR-A-2 704 327. As lentes oftálmicas multifocais progressivas compreendem uma zona de visão de longe, uma zona de visão de perto, uma zona de visão intermédia, um meridiano principal de progressão que atravessa essas três zonas. São em geral determinadas por otimização, a partir de um certo número de restrições impostas pelas diferentes características da lente. Essas lentes são generalistas por estarem adaptadas às diferentes necessidades habituais do portador.

Para os jovens presbíopes, foram propostas lentes que não têm uma zona de visão de longe com um ponto de referência, ao contrário das lentes multifocais progressivas convencionais; estas lentes são descritas em FR-A-2 588 973. Estas lentes são prescritas unicamente em relação à potência necessária para a visão de perto do portador, independentemente da potência necessária para a visão de longe do portador. A lente oferece uma parte central que tem uma adição de potência esférica ocasionando ao portador uma visão de perto satisfatória. Apresenta além disso uma ligeira diminuição de potência na parte superior, que garante também ao portador uma visão nítida para além do campo normal de visão de perto. Finalmente, a lente tem um ponto com um valor de potência igual à potência nominal de visão de perto, uma zona de potência mais elevada na parte inferior do vidro, e uma zona de potência mais baixa na parte superior do vidro.

FR-A-2 769 997 propõe uma lente que tem, relativamente a uma lente multifocal progressiva convencional, uma zona

de visão de perto estabilizada e maior, um aumento significativo das larguras de campos de visão de perto e de visão intermédia, assim como uma redução das aberrações e especialmente do astigmatismo. Garante uma correção apropriada para distâncias entre 40 e 80 cm e, na maioria dos casos para distâncias entre 40 cm e 2 m. Essa lente é na realidade uma lente de meia distância para visão de perto - visão intermédia, que privilegia a visão de perto garantindo uma visão nítida para além do campo normal de visão de perto. Pelo contrário, nenhuma visão à distância está disponível. Essa lente mostra-se particularmente bem adaptada ao trabalho no computador. É prescrita aos jovens presbíopes, unicamente em relação à prescrição para visão de perto. A face posterior da lente é maquinada para garantir uma potência para visão de perto adaptada à prescrição, sem considerar a prescrição para visão de longe. Bastam duas faces da frente para cobrirem o conjunto das necessidades dos portadores.

FR-A-2 769 999 propõe uma lente oftálmica multifocal progressiva que tem uma suavidade melhorada com uma variação de esfera monótona em relação ao ângulo sobre um círculo de raio de 20 mm, centrado no centro geométrico da lente de um e de outro lado do meridiano. Essa lente garante uma visão de longe clara englobando um setor angular que tem como origem o centro geométrico da lente e um ângulo de 150° no centro superior.

As lentes multifocais, que sejam progressivas ou dedicadas para visão de perto, podem compreender uma face multifocal complexa (isto é que não admite eixo de revolução, tipicamente uma superfície carregando uma progressão de potência), por exemplo a face oposta do

portador de óculos, e uma face esférica ou tórica, chamada face de prescrição. Essa face esférica ou tórica permite adaptar a lente à ametropia do utilizador, de modo que uma lente multifocal só é geralmente definida pela sua superfície complexa. Para um dado produto definem-se diferentes faces complexas, em relação à adição e à base (ou esfera média para visão de longe). A partir das lentes semiacabadas, cuja única face multifocal é adequada, é possível preparar lentes adaptadas a cada portador, por simples usinagem de uma face de prescrição esférica ou tórica.

Independentemente da prescrição de potência, pode ser proposto a um portador uma prescrição de astigmatismo. Uma tal prescrição é efetuada pelo oftalmologista, para a visão de longe, na forma de um par formado por um valor de eixo (em graus) e por um valor de amplitude (em dioptrias). Sobre uma superfície, o valor de amplitude representa a diferença $1/R_1 - 1/R_2$ entre as curvaturas principais; o valor de eixo representa a orientação, relativamente a um eixo de referência e num sentido de rotação convencional, da curvatura máxima $1/R_1$. Em termos de prescrição, o valor de amplitude representa a diferença entre as potências mínimas e máximas numa direção dada e o eixo representa a orientação da potência máxima. Utiliza-se o termo astigmatismo para designar o par (amplitude, ângulo); embora se trate de um abuso de linguagem, utiliza-se também por vezes esse termo para designar a amplitude do astigmatismo. O contexto permite ao perito na técnica compreender qual é a aceção entendida.

A invenção propõe uma lente na qual só é mais fácil adaptarem-se as lentes oftálmicas convencionais e que pode

ser montada numa armação de acordo com um método simplificado; permite garantir ao portador as vantagens de um vidro unifocal para a visão de longe, também com uma boa acessibilidade às potências necessárias para a visão de perto e uma excelente percepção na visão dinâmica limitando as variações de potência. A invenção propõe também uma lente que tem uma tolerância melhorada nos erros de montagem ou de tomada de medição.

A invenção propõe por conseguinte uma lente oftálmica para óculos que apresenta uma superfície complexa tendo um centro ótico, um meridiano sensivelmente umbílico que apresenta uma adição de potência entre um ponto de referência para visão de longe e um ponto de referência para visão de perto, a superfície complexa tendo:

- uma diferença de esfera média normalizada para a adição no meridiano, entre o centro geométrico do vidro e o ponto de controlo para visão de longe, inferior ou igual a 0,1;

- um comprimento de progressão inferior ou igual a 14 mm, sendo o comprimento de progressão definido como a distância vertical entre a cruz de montagem e o ponto do meridiano para o qual a esfera média atinge 85% da progressão da adição;

- um ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição (Esfera/Adição) sobre um círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente inferior a 0,11;

- uma inclinação máxima da variação da esfera normalizada para a adição compreendida ao longo do meridiano entre 0,09 e 0,11 mm^{-1} .

De acordo com uma forma de realização, a diferença de esfera média normalizada para a adição no meridiano, entre o centro geométrico do vidro e o ponto de controle para visão de longe, é inferior ou igual a 0,06.

De acordo com uma forma de realização, o ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição sobre o círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente é inferior a 0,085.

De acordo com uma forma de realização, a superfície complexa tem, para a parte da lente situada acima de uma horizontal que passa pela cruz de montagem, um valor de cilindro inferior ou igual a metade da adição de potência.

De acordo com uma forma de realização, a superfície complexa tem, à volta da cruz de montagem, um valor de esfera médio sensivelmente constante.

De acordo com uma forma de realização, a superfície complexa tem uma linha de isosphere de 0 dioptria cercando a cruz de montagem.

A invenção refere-se também a um equipamento visual que compreende pelo menos uma lente de acordo com a invenção e um processo de correção da visão de um indivíduo com presbiopia, que compreende o fornecimento ao indivíduo ou o porte pelo indivíduo de um tal equipamento.

A invenção refere-se além disso a um processo de montagem de uma lente de acordo com a invenção num equipamento visual que compreende:

- a medição da posição horizontal da pupila do portador para visão de longe;
- a determinação da altura total do calibre da armação do equipamento visual;
- a montagem no equipamento de uma lente, com a cruz de montagem na posição medida.

Outras vantagens e características da invenção irão aparecer com a leitura da descrição que se segue das formas de realização da invenção dadas a título de exemplo e com referência aos desenhos que mostram:

-figura 1, um diagrama das curvaturas principais e da esfera sobre o eixo de uma lente de acordo com uma primeira forma de realização da invenção;

-figura 2, um mapa de esfera média da lente da figura 1;

-figura 3, um mapa de cilindro da lente da figura 1;

-figuras de 4 a 6, figuras semelhantes às figuras de 1 a 3, para uma lente de acordo com uma segunda forma de realização da invenção;

-figuras de 7 a 9, figuras semelhantes às figuras de 1 a 3, para uma lente de acordo com uma terceira forma de realização da invenção;

-figuras de 10 a 12, representações gráficas dos valores da esfera normalizada para a adição sobre o círculo de diâmetro de 40 cm centrado no centro geométrico da lente, em relação ao ângulo, respetivamente para as lentes das figuras 1, 4 e 7.

No seguimento da descrição, considera-se, para a simplicidade da exposição, o caso de uma lente que tem uma superfície complexa e uma superfície esférica ou tórica. A

face complexa da lente pode ser a face da frente (afastada do portador), como é o caso das lentes multifocais progressivas do estado da técnica. Consideram-se lentes de um raio de 30 mm.

De maneira conhecida de per si, em qualquer ponto de uma superfície complexa, define-se uma esfera média D dada pela fórmula:

$$D = \frac{n-1}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

onde R_1 e R_2 são os raios de curvatura máximo e mínimo locais expressos em metros, e n o índice do material que constitui a lente.

Define-se também um cilindro C , dado pela fórmula:

$$C = (N-1) \left| \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right|$$

As características da face complexa da lente podem ser expressas por meio da esfera média e do cilindro.

A invenção propõe uma lente oftálmica multifocal progressiva que tem as vantagens de uma visão de longe alargada permitindo uma excelente percepção na visão dinâmica, também com uma boa acessibilidade na visão de perto. A lente permite melhorar a acessibilidade às potências necessárias para uma visão de longe nítida com um campo claro, estendendo-se a zona de visão de longe abaixo da cruz de montagem. A solução proposta garante também uma

boa acessibilidade às potências necessárias para a visão de perto, permitindo ao portador ver de modo satisfatório a distâncias iguais de cerca de 40 cm sem o obrigar a baixar muito os olhos, estando a zona de visão de perto acessível desde 14 mm sob a cruz de montagem. A lente é assim uma lente adequada para a visão de longe alargada e para a visão de perto. A lente tem uma prescrição tal que as potências prescritas ao portador para visão de longe e para visão de perto são alcançadas na lente.

A lente é descrita no seguimento com referência a três formas de realização. A primeira forma de realização, representada nas figuras de 1 a 3, é adaptada a portadores de presbiopia que têm uma prescrição de progressão de potência de uma dioptria. A segunda forma de realização, representada nas figuras de 4 a 6, é adaptada a portadores de presbiopia que têm uma prescrição de progressão de potência igual a duas dioptrias. A terceira forma de realização, representada nas figuras de 7 a 9, é adaptada a portadores de presbiopia que têm uma prescrição de potência igual a três dioptrias.

Nas três formas de realização descritas mais abaixo, a lente tem uma linha sensivelmente umbílica, dita meridiano, em que o astigmatismo é quase nulo. O meridiano é confundido com o eixo vertical na parte superior da lente e tem uma inclinação do lado nasal na parte inferior da lente, sendo a convergência mais acentuada na visão de perto.

A figura 1 mostra um diagrama das curvaturas principais e da esfera no meridiano de uma lente de acordo com uma primeira forma de realização da invenção. Os pontos

sobre a superfície complexa da lente estão assinalados na figura 1 como nas figuras 2 e 3 relativamente a uma marca ortonormal que tem como origem o centro geométrico $(0,0)$ e cujo eixo das ordenadas é vertical e o eixo das abcissas horizontal. Na figura 1 é posta no eixo das abcissas a curvatura ou a esfera em dioptrias; no eixo das ordenadas é assinalada a posição sobre a lente, em milímetros. A figura 1 mostra, na ordenada $y = 8$ mm, um ponto de referência para a visão de longe VL e, na ordenada $y = -14$ mm, um ponto de referência para a visão de perto VP. A figura mostra também, na ordenada $y = 4$ mm, uma marca designada como a cruz de montagem CM da lente; trata-se de um ponto de centragem materializado na lente que é utilizado pelo oculista para a montagem da lente na armação. A cruz de montagem pode ser assinalada por um ponto materializado na lente, antes da montagem na armação, por uma cruz ou por qualquer outra marca tal como um ponto rodeado de um círculo traçado sobre a lente, ou por qualquer outro meio adequado.

A figura 1 mostra em linha a cheio e em linhas tracejadas as curvaturas principais $(n-1)R_1$ e $(n-1)R_2$ no meridiano. Os valores são deslocados para zero na origem, onde a esfera média vale na realidade 3.45 dioptrias. Verifica-se antes de mais que a linha a cheio e as linhas tracejadas estão misturadas - o que é representativo de um cilindro nulo no meridiano da lente.

Pode notar-se em seguida que a esfera média no meridiano é sensivelmente constante sobre a metade superior da lente. Mais exatamente, no exemplo da figura 1, a diferença de esfera no meridiano, entre o centro geométrico do vidro $(0,0)$ e o ponto de controlo para visão de longe

VL, é inferior ou igual a 0,1 dioptria. A variação de esfera média no meridiano na parte superior da lente, acima da cruz de montagem é sensivelmente nula. Essa característica garante que a lente equivale, na sua parte superior e no meridiano, a um vidro unifocal. Em outras palavras, a progressão de potência efetua-se sob a cruz de montagem CM da lente.

A zona de visão intermédia começa geralmente, por uma lente multifocal progressiva, ao nível da cruz de montagem CM, isto é 4 mm acima do centro ótico da lente. É lá que começa a progressão de potência. Assim, a esfera média, aumenta, desde a cruz de montagem CM até ao ponto de controlo na visão de perto VP, para valores da ordenada y entre 4 mm e -14 mm. Para ordenadas abaixo de $y = -14$ mm, a esfera média é sensivelmente constante, com um valor da ordem de 1 dioptria igual à adição de potência A. A variação de esfera média no meridiano abaixo do ponto de controlo na visão de perto VP da lente é em seguida sensivelmente nula.

Pode pois definir-se na lente uma adição de potência A; esta corresponde quer à diferença de potência entre dois pontos de referência elevada VL e baixa VP para a visão distante e próxima, quer a uma diferença entre o valor de potência sensivelmente constante na parte inferior da lente, no meridiano, e o valor de potência sensivelmente constante na parte superior da lente no meridiano. Mais em geral, a adição de potência pode ser definida como a diferença entre o valor máximo e o valor mínimo de potência no meridiano da lente; esta definição aplica-se também às esferas médias no exemplo de uma lente caracterizada por uma superfície complexa. No exemplo da figura 1, esse valor

da adição de potência entre valores máximo e mínimo é de 1 dioptria. Pode ainda definir-se um comprimento de progressão, designado LP na figura 1, que é a distância vertical - ou a diferença de ordenadas - entre a cruz de montagem CM e um ponto do meridiano em que a progressão de potência alcança 85% da adição de potência A. No exemplo da figura 1, que aplica esta definição a uma lente caracterizada por uma superfície complexa, uma esfera de $0,85 \times 1$ dioptria, isto é de 0,85 dioptria é alcançada por um ponto de ordenada $y = -9,7$ mm aproximadamente. O comprimento de progressão LP, entre a cruz de montagem CM de ordenada $y = 4$ mm e esse ponto do meridiano para o qual a esfera média alcança 85% da adição, é igual a 13,7 mm. A acessibilidade às potências necessárias para a visão de perto é portanto inferior a 14 mm.

Define-se também uma inclinação máxima da variação da esfera normalizada para a adição como o máximo do valor absoluto da variação de esfera ao longo do meridiano dividido pela adição. No exemplo da figura 1, que aplica esta definição a uma lente caracterizada por uma superfície complexa, a inclinação máxima da esfera normalizada para a adição ao longo do meridiano vale 0.09 mm^{-1} .

A figura 2 mostra um mapa de esfera média da lente da figura 1; como é habitual, são postas na figura 2, numa marca ortonormal, as linhas de isosphere; essas linhas são formadas por pontos que têm um mesmo valor da esfera média. Na figura 2 estão representadas as linhas de isosphere de 0 dioptria, 0,25 dioptria, 0,50 dioptria e 0,75 dioptria. A linha de isosphere de 0 dioptria cerca a cruz de montagem CM. O valor de esfera média é pois sensivelmente constante à volta da cruz de montagem. A variação de esfera quase

nula à volta da cruz de montagem permite uma certa tolerância de posicionamento no momento da montagem da lente no equipamento visual, como será explicado mais adiante. A linha de isosphere de 0,25 dioptria estende-se sensivelmente na horizontal entre as ordenadas -3 mm e 5 mm. As linhas de isosphere de 0,50 e 0,75 dioptria estão assinaladas na figura e estendem-se na parte inferior da lente, à volta do meridiano.

Na figura 2, representou-se também um círculo de diâmetro de 40 mm centrado no centro geométrico (0,0) da lente. Para garantir ao portador um conforto visual máximo, tentam controlar-se as variações da esfera ao longo desse círculo; a visão periférica do portador é assim melhorada. O domínio das variações da esfera ao longo desse círculo envolve neste caso uma limitação do ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição.

Particularmente, o ressalto da variação do valor da esfera ao longo desse círculo, dividido pelo valor da adição A , é inferior a 0,11. Define-se o ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição como: a diferença do valor de esfera normalizado para a adição entre dois extremos locais situados entre o máximo absoluto e o mínimo absoluto.

A figura 10, que será examinada com mais pormenores mais adiante, representa uma curva da variação de esfera normalizada para a adição ao longo do referido círculo de diâmetro de 40 mm para a lente da figura 1.

A figura 3 mostra um mapa de cilindro da lente da figura 1. Na figura estão representadas as linhas de

isocylinder 0,25 dioptrias, 0,50 dioptria, 0,75 dioptria e 1 dioptria. Verifica-se que a zona de visão de longe é relativamente clara: as linhas de isocylinder superiores a 0,50 dioptria estão na parte inferior da lente, sob a cruz de montagem CM. Verifica-se também que as linhas de isocylinder se alargam, na parte inferior da lente, à altura do ponto de referência para a visão de perto VP. A figura 3 mostra também que as linhas de isocylinder estão, para ordenadas acima do centro geométrico (0,0), sensivelmente paralelas e horizontais. Essa horizontalidade das linhas de isocylinder facilita a visão periférica e a visão dinâmica na zona de visão de longe. Por outro lado, a figura 3 mostra uma linha horizontal que passa pela cruz de montagem, de $y = 4$ mm. Verifica-se que acima dessa linha, o valor do cilindro é inferior ou igual a metade do valor da adição de potência A, isto é inferior a 0,5 dioptria no exemplo da figura 3. A lente garante pois uma ampla zona de visão de longe, bem clara lateralmente, assim como uma boa visão dinâmica para visão de longe.

Na parte inferior da lente, a lente tem uma zona adaptada para a visão de perto; como indicado mais acima, a potência (ou a esfera média) sobre o meridiano na parte inferior da lente é sensivelmente constante e corresponde à potência prescrita ao portador para uma distância da ordem de 40 cm. A lente fornece pois a correção necessária para uma visão de perto.

Na parte inferior da lente, as linhas de isocylinder 0,25 e 0,50 dioptria são quase paralelas e verticais e delimitam uma zona que contém o ponto de referência para visão de perto VP.

As figuras de 4 a 6 são vistas semelhantes às das figuras de 1 a 3, mas para uma lente que tem uma adição de potência de 2 dioptrias sobre a superfície complexa.

Encontram-se na figura 4 as características já destacadas na figura 1 - a não ser que a progressão de esfera média no meridiano seja da ordem de 2 dioptrias e não mais de 1 dioptria. A esfera média de origem é de 3,45 dioptrias. Em particular, no exemplo da figura 4, a diferença de esfera no meridiano, entre o centro geométrico do vidro (0,0) e o ponto de referência para visão de longe VL; está compreendida entre 0,1 e 0,2 dioptria. Contudo, neste exemplo, sendo a adição de potência de 2 dioptrias, a lente da figura 4 tem uma diferença de esfera média normalizada para a adição, no meridiano entre o centro geométrico do vidro e o ponto de referência para visão de longe VL, inferior a 0,1 dioptria. A variação de esfera média no meridiano na parte superior da lente, acima da cruz de montagem é sensivelmente nula, assim como a variação de esfera média no meridiano abaixo do ponto de referência para visão de perto.

Também se representou na figura 4 o comprimento de progressão LP. No exemplo da figura 4, que aplica a definição dada com referência à figura 1, uma esfera média de $0,85 \times 2$ dioptria isto é de 1,70 dioptria é alcançada para um ponto de ordenada $y = -9,9$ aproximadamente. O comprimento de progressão LP, entre a cruz de montagem CM de ordenada $y = 4$ mm e esse ponto do meridiano para o qual a esfera média atinge 85% da adição, é igual a 13,9 mm. A acessibilidade às potências necessárias para a visão de perto é pois inferior a 14 mm. Por outro lado, no exemplo da figura 4 que aplica a definição dada com referência à

figura 1, a inclinação máxima de variação de esfera normalizada para a adição é igual a 0.10 mm^{-1} . Está pois compreendida entre 0.09 mm^{-1} e 0.11 mm^{-1} .

A figura 5 mostra as linhas de isosphere de 0 a 2 dioptrias, com um passo de 0,25 dioptria. Como na figura 2, representou-se um círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente. O ressalto da variação do valor da esfera ao longo desse círculo, dividido pelo valor da adição A, é inferior a 0,11.

A figura 11, que será descrita mais adiante, representa uma curva da variação de esfera normalizada para a adição ao longo desse círculo para esta lente que tem uma adição de potência de 2 dioptrias sobre a superfície complexa.

A figura 6 mostra as linhas de isocylinder de 0,25 a 2 dioptrias, com um passo de 0,25 dioptrias. Como na figura 3, representou-se uma linha horizontal que passa pela cruz de montagem. Verifica-se na figura 6 como na figura 3 que o valor de cilindro, acima da linha horizontal que passa pela cruz de montagem, é inferior ou igual a 1,00 dioptria, isto é inferior ou igual a metade do valor da adição de potência. Verifica-se também que na parte inferior da lente, as linhas de isocylinder 0,25 e 0,50 dioptria delimitam uma zona que contém o ponto de referência para visão de perto VP.

As figuras de 7 a 9 são vistas semelhantes às das figuras de 1 a 3, mas para uma lente que tem uma adição de potência de 3 dioptrias sobre a superfície complexa.

Encontram-se na figura 7 as características já destacadas na figura 1 - a não ser que a progressão de esfera média no meridiano seja da ordem de 3 dioptrias e não mais de 1 dioptria. A esfera média de origem é de 3,45 dioptrias. Particularmente, no exemplo da figura 7, a diferença de esfera no meridiano, entre o centro geométrico do vidro (0,0) e o ponto de referência para visão de longe VL, está compreendida entre 0,2 e 0,25 dioptria. Todavia, neste exemplo, sendo a adição de potência de 3 dioptrias, a lente da figura 7 tem uma diferença de esfera média normalizada para a adição, no meridiano entre o centro geométrico do vidro e o ponto de referência para visão de longe VL, inferior a 0,1 dioptria. A variação de esfera média no meridiano na parte superior da lente, acima da cruz de montagem é sensivelmente nula, assim como a variação de esfera média no meridiano abaixo do ponto de referência para visão de perto.

Representou-se também na figura 7 o comprimento de progressão LP. No exemplo da figura 7, que aplica a definição dada com referência à figura 1, uma esfera média de $0,85 \times 3$ dioptria, isto é de 2,55 dioptrias é alcançada para um ponto de ordenada $y = -9,9$ aproximadamente. O comprimento de progressão LP, entre a cruz de montagem CM de ordenada $y = 4$ mm e esse ponto do meridiano para o qual a esfera média alcança 85% da adição, é igual a 13,9 mm. A acessibilidade às potências necessárias para a visão de perto é portanto inferior a 14 mm. Por outro lado, no exemplo da figura 7 e aplicando a definição dada com referência à figura 1, a inclinação máxima de variação de esfera normalizada para a adição é igual a 0.10 mm^{-1} . Portanto está compreendida entre 0.09 mm^{-1} e 0.11 mm^{-1} .

A figura 8 mostra as linhas de isosphere de 0 a 3 dioptrias, com um passo de 0,25 dioptrias. Como na figura 2, representou-se um círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente. O ressalto da variação do valor da esfera ao longo desse círculo, dividido pelo valor da adição A, é inferior a 0,11.

A figura 12, que será descrita mais adiante, representa uma curva de variação de esfera normalizada para a adição ao longo desse círculo para essa lente que tem uma adição de potência de 3 dioptrias sobre a superfície complexa.

A figura 9 mostra as linhas de isocylinder de 0,25 a 3 dioptrias, com um passo de 0,25 dioptrias. Como na figura 3, representou-se uma linha horizontal que passa pela cruz de montagem. Verifica-se na figura 9 como na figura 3 que o valor de cilindro, acima da linha horizontal que passa pela cruz de montagem, é inferior ou igual a 1,50 dioptrias, isto é inferior ou igual a metade do valor da adição de potência. Verifica-se também que na parte inferior da lente, as linhas de isocylinder 0,25 e 0,50 dioptrias delimitam uma zona que contém o ponto de referência para visão de perto VP.

As figuras de 1 a 9 ilustram três formas de realização de lentes de acordo com a invenção. Estas figuras mostram bem que a zona de visão de longe é estendida abaixo da cruz de montagem com uma diferença de esfera média normalizada para a adição no meridiano, entre o centro geométrico do vidro e o ponto de controlo para visão de longe, inferior ou igual a 0,1. Por outro lado, essas figuras mostram bem que a acessibilidade da zona de visão de perto é mantida

com um comprimento de progressão inferior ou igual a 14 mm entre a cruz de montagem e o ponto do meridiano para o qual a esfera média alcança 85% da progressão da adição.

As figuras de 10 a 12 mostram a variação da esfera média sobre o círculo de diâmetro de 40 mm centrado no centro geométrico da lente, para diferentes valores da adição. As ordenadas são graduadas sem unidades visto que os valores são expressos em valores de esfera (dioptria) normalizada para a adição (dioptria). As abcissas representam o ângulo θ num sistema de coordenadas polares cujo centro é o centro geométrico da lente e cujos ângulos são medidos a partir da meia linha vertical dirigida para cima. A curva da figura 10 representa a variação da esfera sobre o círculo para a lente de adição de 1 dioptria das figuras de 1 a 3; a curva da figura 11 representa a variação da esfera sobre o círculo para a lente de adição de 2 dioptrias das figuras de 4 a 6; a curva da figura 12 representa a variação da esfera sobre o círculo para a lente de adição de 3 dioptrias das figuras de 7 a 9.

As figuras de 10 a 12 mostram que o valor da esfera aumenta quando se move sobre o círculo desde um ponto de intersecção do círculo com o meridiano para o outro ponto de intersecção do círculo com o meridiano para atingir um máximo absoluto, depois o valor da esfera diminui quando se move sobre o círculo para voltar para o ponto de intersecção do círculo com o meridiano para definir um mínimo absoluto.

Cada curva da variação de esfera normalizada para a adição (figuras de 10 a 12) tem dois ressaltos de ambos os lados do máximo absoluto. Cada ressalto constitui uma

rutura da variação monótona da esfera. No entanto, de acordo com a invenção, a evolução da esfera sobre o círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente tem ressaltos de baixa amplitude quando se move sobre o círculo desde um ponto de intersecção do círculo com o meridiano para o outro ponto de intersecção do círculo com o meridiano; esse baixo ressalto da esfera sobre o círculo, de ambos os lados do meridiano, garante uma variação suave e uniforme das características óticas da lente e garante uma maior facilidade de adaptação do portador às lentes.

A figura 10 representa a esfera normalizada para a adição para uma lente que tem uma adição de potência de 1 dioptria, isto é correspondente à lente das figuras de 1 a 3.

O máximo absoluto da esfera normalizada para a adição é alcançado para o ponto de abcissa $\theta = 185^\circ$; esse ponto corresponde à intersecção do círculo com o meridiano na parte inferior da lente, e tem na marca ortonormal definida mais acima as coordenadas $x = 2,5$ mm, $y = -20$ mm.

Quando se percorre o círculo, desde o ponto de ângulo $\theta = 0^\circ$ para o ponto de ângulo $\theta = 185^\circ$, a variação da esfera normalizada apresenta um primeiro ressalto r_1 tendo um valor de 0,07 entre os pontos de ângulo $\theta = 109^\circ$ e $\theta = 135^\circ$; quando se percorre o círculo, desde o ponto de ângulo $\theta = 185^\circ$ para o ponto de ângulo $\theta = 360^\circ$, a variação da esfera normalizada apresenta um segundo ressalto r_2 tendo um valor de 0,106 entre os pontos de ângulo $\theta = 238^\circ$ e $\theta = 263^\circ$. Assim, o ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição é inferior a 0,11 para a curva da figura 10.

A figura 11 representa a esfera normalizada para a adição para uma lente que tem uma adição de potência de 2 dioptrias, isto é correspondente à lente das figuras de 4 a 6.

O máximo absoluto da esfera normalizada para a adição é alcançado para o ponto de abcissa $\theta = 186^\circ$; esse ponto corresponde à intersecção do círculo com o meridiano na parte inferior da lente, e tem na marca ortonormal definida mais acima as coordenadas $x = 2,8$ mm, $y = -19,5$ mm.

Quando se percorre o círculo, desde o ponto de ângulo $\theta = 0^\circ$ para o ponto de ângulo $\theta = 186^\circ$, a variação da esfera normalizada apresenta um primeiro ressalto r_1 tendo um valor de 0,037 entre os pontos do ângulo $\theta = 109^\circ$ e $\theta = 135^\circ$; quando se percorre o círculo, desde o ponto de ângulo $\theta = 186^\circ$ para o ponto de ângulo $\theta = 360^\circ$, a variação da esfera normalizada apresenta um segundo ressalto r_2 tendo um valor de 0,083 entre os pontos de ângulo $\theta = 235^\circ$ e $\theta = 260^\circ$. Assim, o ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição é inferior a 0,11 para a curva da figura 11.

A figura 12 representa a esfera normalizada para a adição para uma lente que tem uma adição de potência de 3 dioptrias, isto é correspondente à lente das figuras de 7 a 9.

O máximo absoluto da esfera normalizada para a adição é alcançado para o ponto de abcissa $\theta = 185^\circ$; esse ponto corresponde à intersecção do círculo com o meridiano na parte inferior da lente, e tem na marca ortonormal definida mais acima as coordenadas $x = 2,8$ mm, $y = -20,5$ mm.

Quando se percorre o círculo, desde o ponto de ângulo $\theta = 0^\circ$ para o ponto de ângulo $\theta = 185^\circ$, a variação da esfera normalizada apresenta um primeiro ressalto r_1 tendo um valor de 0,038 entre os pontos de ângulo $\theta = 109^\circ$ e $\theta = 134^\circ$; quando se percorre o círculo, desde o ponto de ângulo $\theta = 185^\circ$ para o ponto de ângulo $\theta = 360^\circ$, a variação da esfera normalizada apresenta um segundo ressalto r_2 tendo um valor de 0,083 entre os pontos de ângulo $\theta = 235^\circ$ e $\theta = 261^\circ$. Assim, o ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição é inferior a 0,11 para a curva da figura 10.

O quadro abaixo mostra os valores característicos das lentes de acordo com a invenção para valores de adição. Nesse quadro, transferiu-se para cada valor da adição, a diferença de esfera média normalizada para a adição no meridiano entre o centro geométrico do vidro e o ponto de controlo para a visão de longe; o comprimento de progressão; o ressalto máximo da quantidade de esfera normalizada para a adição sobre o círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente; e a inclinação máxima da variação de esfera normalizada para a adição ao longo do meridiano.

Adição dioptria	Diferença de esfera normalizada	Comprimento de progressão	Ressalto normalizado	Máximo de inclinação de esfera normalizada (mm^{-1})
1,00	0,082	13,7	0,106	0,09
2,00	0,054	13,9	0,083	0,10
3,00	0,054	13,9	0,083	0,10

A lente de acordo com a invenção adquire-se considerando as prescrições do portador para visão de longe e para visão de perto o que determina a adição necessária. A potência necessária pode ser obtida, como no estado da técnica, por usinagem de uma face posterior para garantir que a potência é idêntica à potência prescrita.

A montagem da lente num equipamento visual pode ser feita da seguinte maneira. A posição horizontal da pupila do portador para visão de longe é medida, isto é unicamente a metade pupilar, e a altura total do calibre da armação do equipamento visual é determinada. A lente é então montada no equipamento visual com a cruz de montagem posicionada na posição medida.

Sobre este ponto pode ser referido o pedido de patente FR-A-2 807 169 que descreve um processo de montagem simplificado de lentes oftálmicas numa armação. Esse documento descreve em particular as diferentes medições tomadas pelos oculistas e propõe apenas medir a metade pupilar para efetuar a montagem dos vidros na armação utilizando a altura total do calibre da armação.

A montagem da lente só necessita portanto de uma medida convencional da metade pupilar de visão de longe, assim como uma medida da altura do calibre da armação, para determinar a altura a que deve ser colocada a cruz de montagem na armação. A montagem da lente na armação é efetuada simplesmente medindo na armação a posição do olhar do sujeito na visão de longe; essa medição é efetuada de modo convencional, o sujeito pondo a armação e olhando para o infinito. Corta-se em seguida a lente e monta-se na

armação, de modo que a cruz de montagem se encontra na posição medida.

A lente de acordo com a invenção permite uma tolerância melhorada de montagem acima descrita. Esta tolerância é fornecida por um valor da esfera sensivelmente constante à volta da cruz de montagem. Em particular, o valor da esfera média normalizada é sensivelmente nulo à volta da cruz de montagem. Pode com efeito ver-se na figura uma linha isosphere de 0 dioptria que rodeia a cruz de montagem.

A lente dos três exemplos descritos mais acima pode ser obtida, por otimização de uma superfície seguindo os métodos de otimização conhecidos de per si e descritos nos documentos do estado da técnica citados mais acima relativos às lentes multifocais progressivas. Podem utilizar-se para a otimização um ou vários critérios expostos na descrição que precede com referência às figuras 1 a 12 e especialmente:

- uma progressão de esfera média de 1 dioptria ou mais;

- uma diferença de esfera média normalizada para a adição no meridiano, entre o centro geométrico do vidro e o ponto de controlo para visão de longe, inferior ou igual a 0,1;

- um comprimento de progressão inferior ou igual a 14 mm entre a cruz de montagem e o ponto do meridiano para o qual a esfera média alcança 85% da progressão da adição;

- um ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição sobre um círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente inferior a 0,11;

- uma inclinação máxima da variação da esfera normalizada para a adição compreendida ao longo do meridiano entre 0,09 e 0,11 mm^{-1} .

Esses critérios podem ser combinados com outros, especialmente com um ou vários critérios propostos nos exemplos precedentes. Podem também utilizar-se um ou vários dos critérios seguintes:

- um valor de cilindro inferior ou igual a metade da adição de potência sobre a parte da lente situada acima de uma horizontal que passa pela cruz de montagem;

- um valor de esfera médio sensivelmente constante à volta da cruz de montagem.

A escolha destes critérios permite obter, por otimização, uma lente. O perito na técnica compreende facilmente que a lente em causa não apresenta necessariamente valores que correspondem exatamente aos critérios impostos; por exemplo, não é indispensável que o valor superior de esfera médio seja alcançado.

Nos exemplos de otimização mais acima, propôs-se otimizar só uma das faces das lentes. É claro que em todos estes exemplos, pode trocar-se facilmente o papel das superfícies da frente e de trás. Pode também repartir-se indiferentemente a progressão de esfera sobre uma ou outra das duas superfícies da lente, ou parcialmente sobre uma e outra face, enquanto alvos óticos semelhantes aos da lente descrita são alcançados.

Lisboa, 16 de Julho de 2014

REIVINDICAÇÕES

1. Uma lente oftálmica para óculos que apresenta uma face complexa tendo um centro geométrico (0,0), uma cruz de montagem (CM), um meridiano sensivelmente umbílico que apresenta uma adição de potência (A) entre um ponto de referência para visão de longe (VL) e um ponto de referência para visão de perto (VP), tendo a superfície complexa:
 - uma diferença de esfera média normalizada para a adição no meridiano, entre o centro geométrico (0,0) do vidro e o ponto de controlo para visão de longe (VL), inferior ou igual a 0,1;
 - um comprimento de progressão inferior ou igual a 14 mm, sendo o comprimento de progressão definido como a distância vertical entre a cruz de montagem (CM) e o ponto do meridiano para o qual a esfera média alcança 85% da progressão da adição;
 - um ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição (Esfera/Adição) sobre um círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente inferior a 0,11;
 - uma inclinação máxima da variação da esfera normalizada para a adição compreendida ao longo do meridiano entre 0,09 e 0,11 mm⁻¹.

2. A lente da reivindicação 1, **caracterizada por** a diferença de esfera média normalizada para a adição no meridiano, entre o centro geométrico (0,0) do vidro e o ponto de controlo para visão de longe (VL), ser inferior ou igual a 0,06.

3. A lente da reivindicação 1 ou 2, **caracterizada por** o ressalto da quantidade de esfera normalizada para a adição sobre o círculo de raio de 20 mm centrado no centro geométrico da lente ser inferior a 0,085.
4. A lente de uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizada por** a superfície complexa ter, para a parte da lente situada acima de uma horizontal que passa pela cruz de montagem, um valor de cilindro inferior ou igual a metade da adição de potência ($A/2$).
5. A lente de uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizada por** a superfície complexa ter, à volta da cruz de montagem, um valor de esfera médio sensivelmente constante.
6. A lente da reivindicação 5, **caracterizada por** a superfície complexa ter uma linha de isosphere de 0 dioptria cercando a cruz de montagem.
7. Um equipamento visual que compreende pelo menos uma lente de acordo com uma das reivindicações precedentes.
8. Uma lente de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, onde a cruz de montagem está situada a 4 mm acima do centro geométrico sobre um eixo vertical da lente.

Lisboa, 16 de Julho de 2014

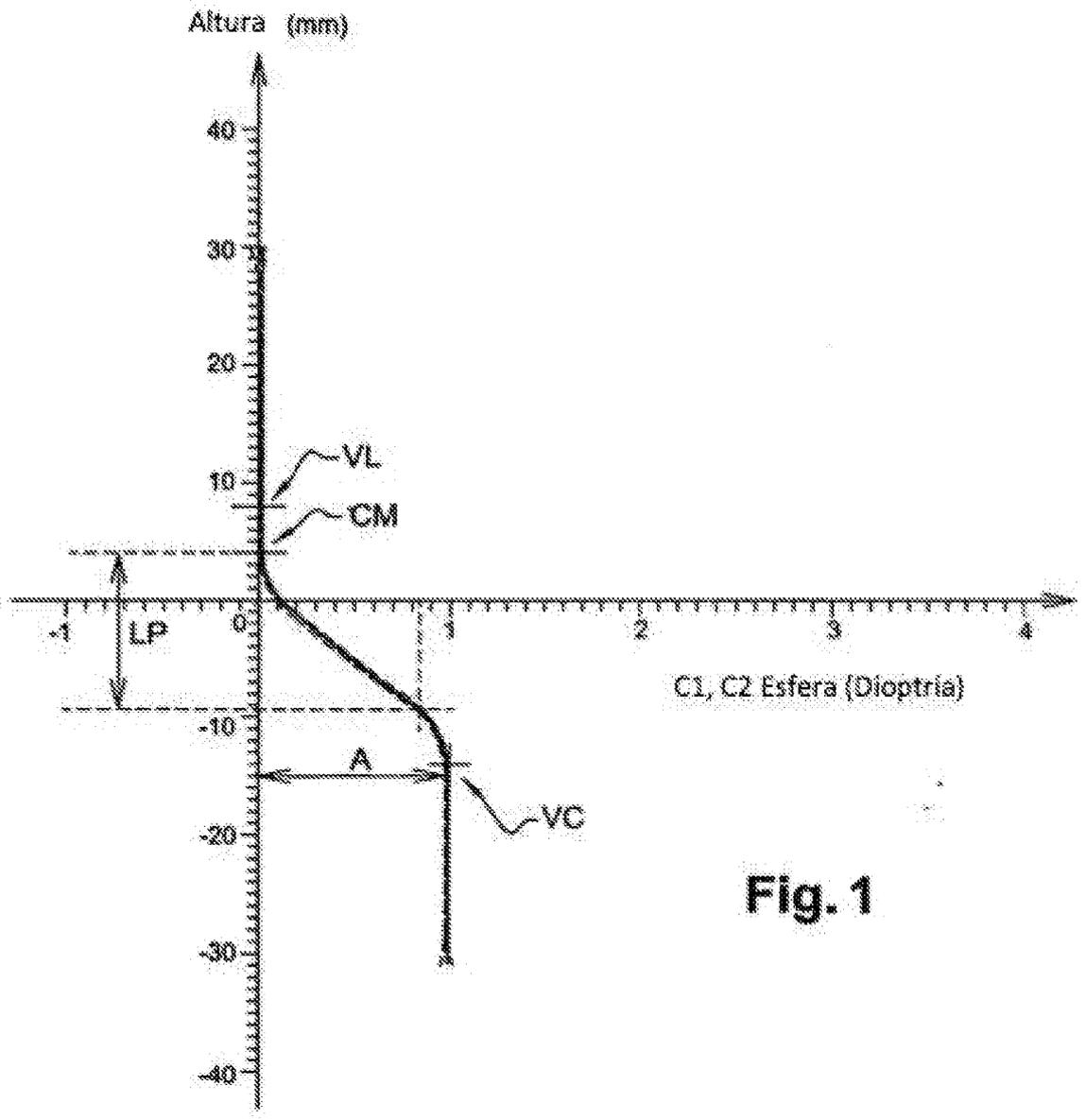
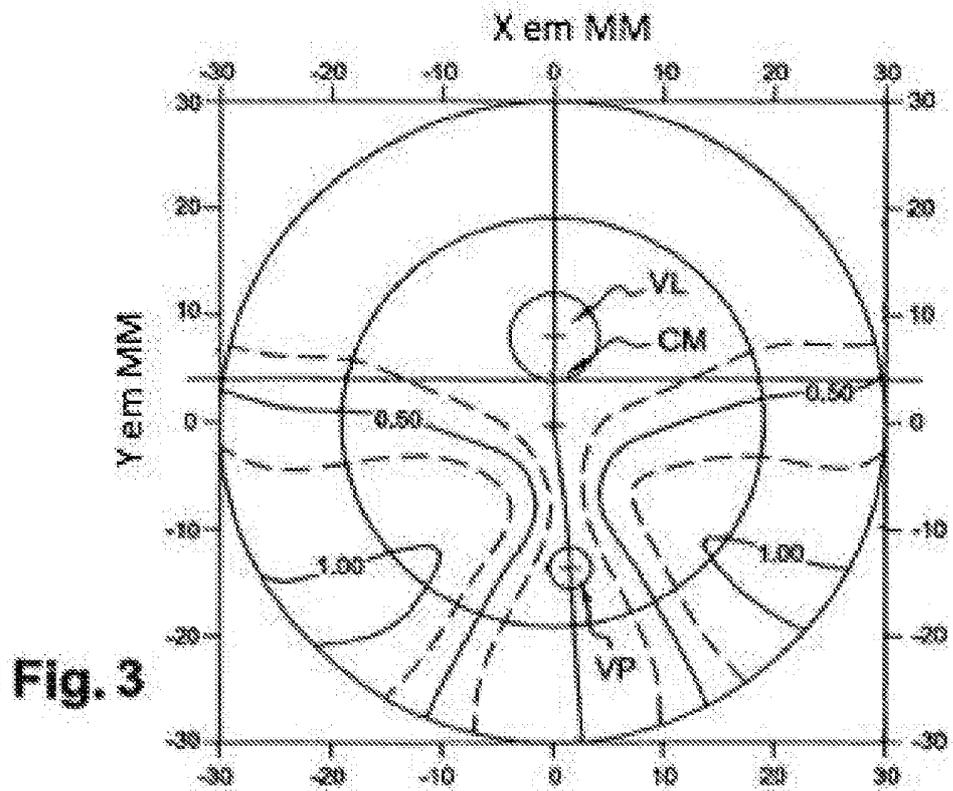
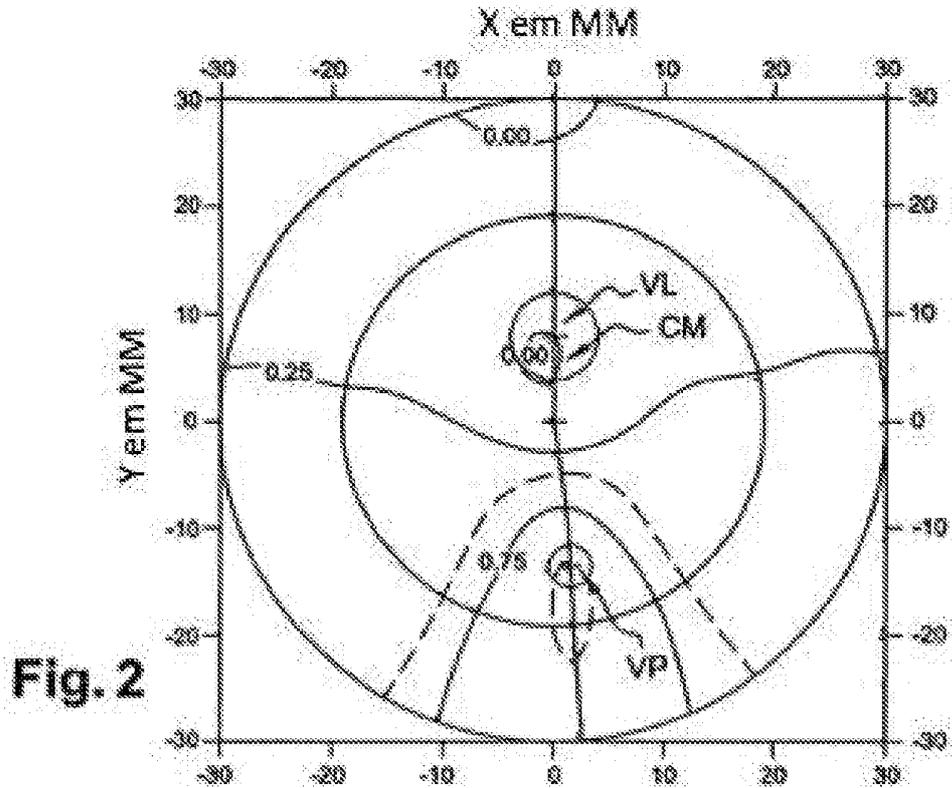
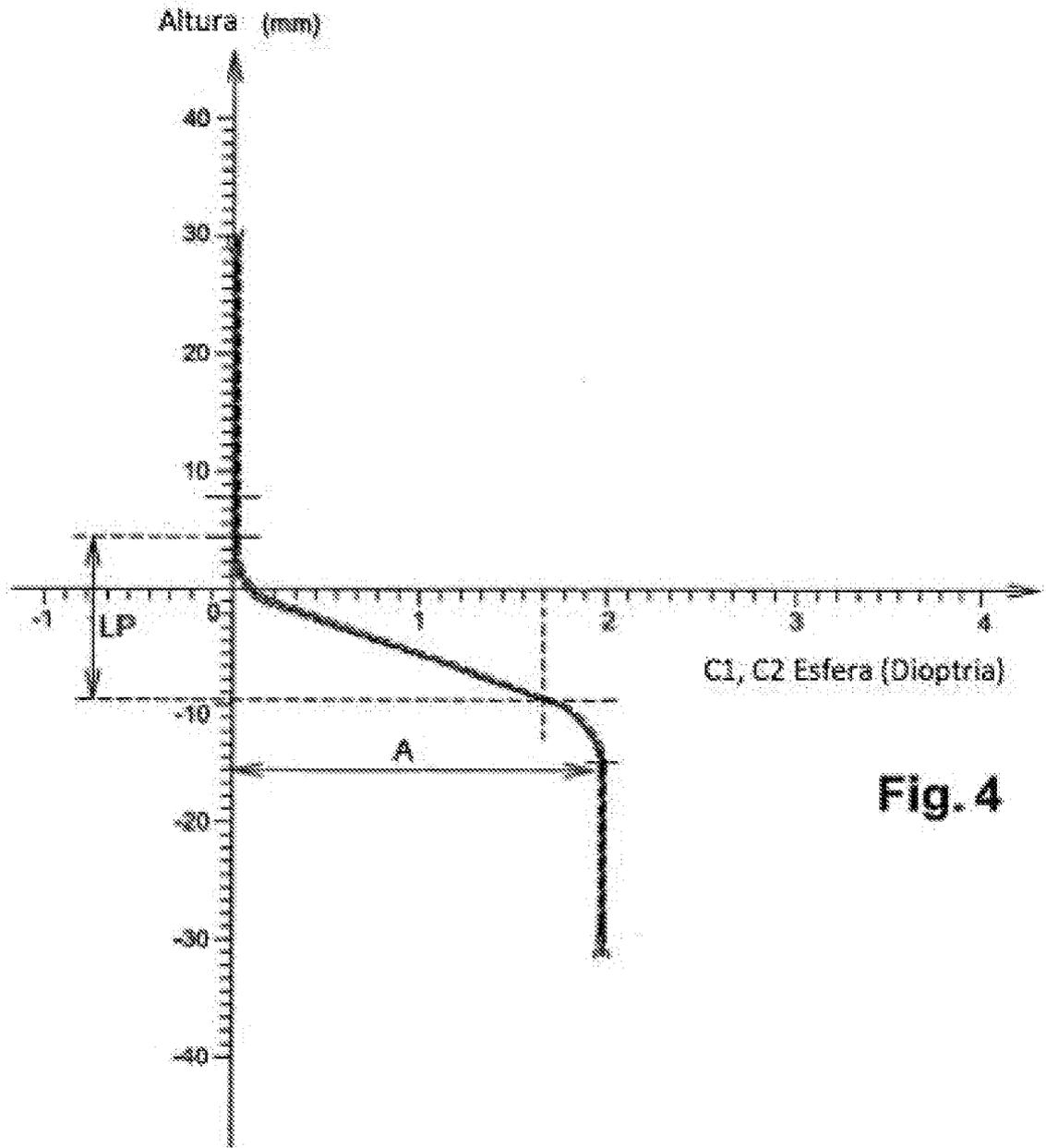


Fig. 1



**Fig. 4**

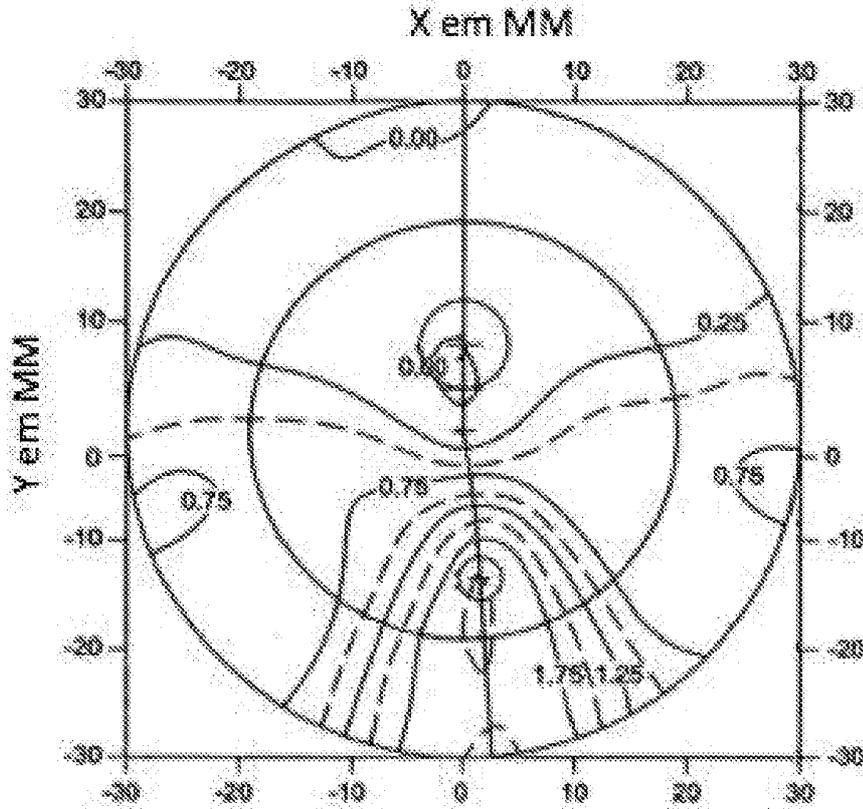


Fig. 5

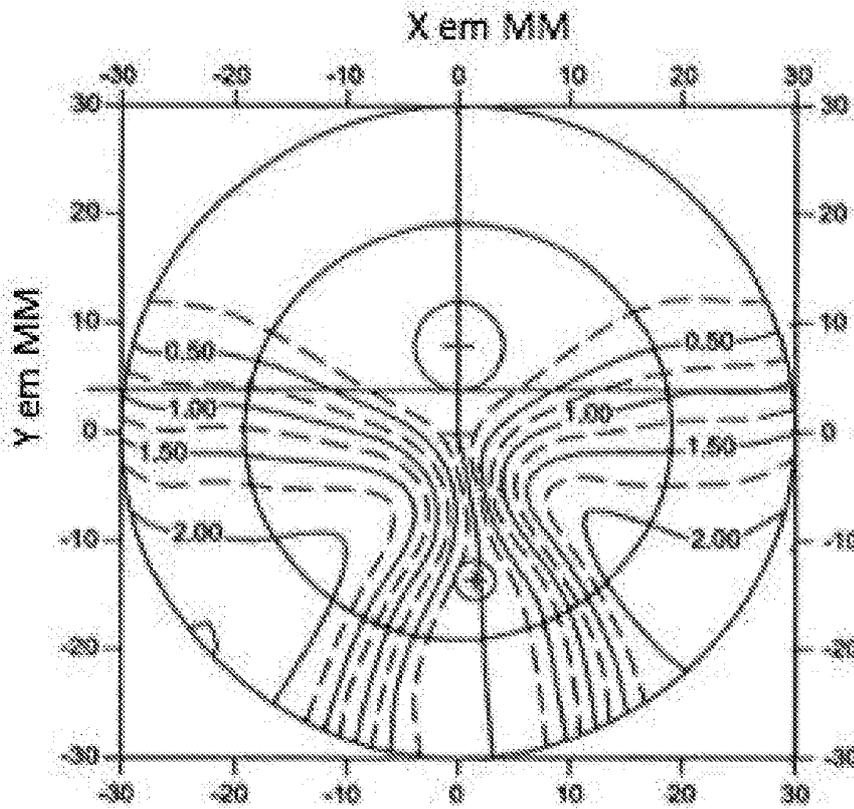
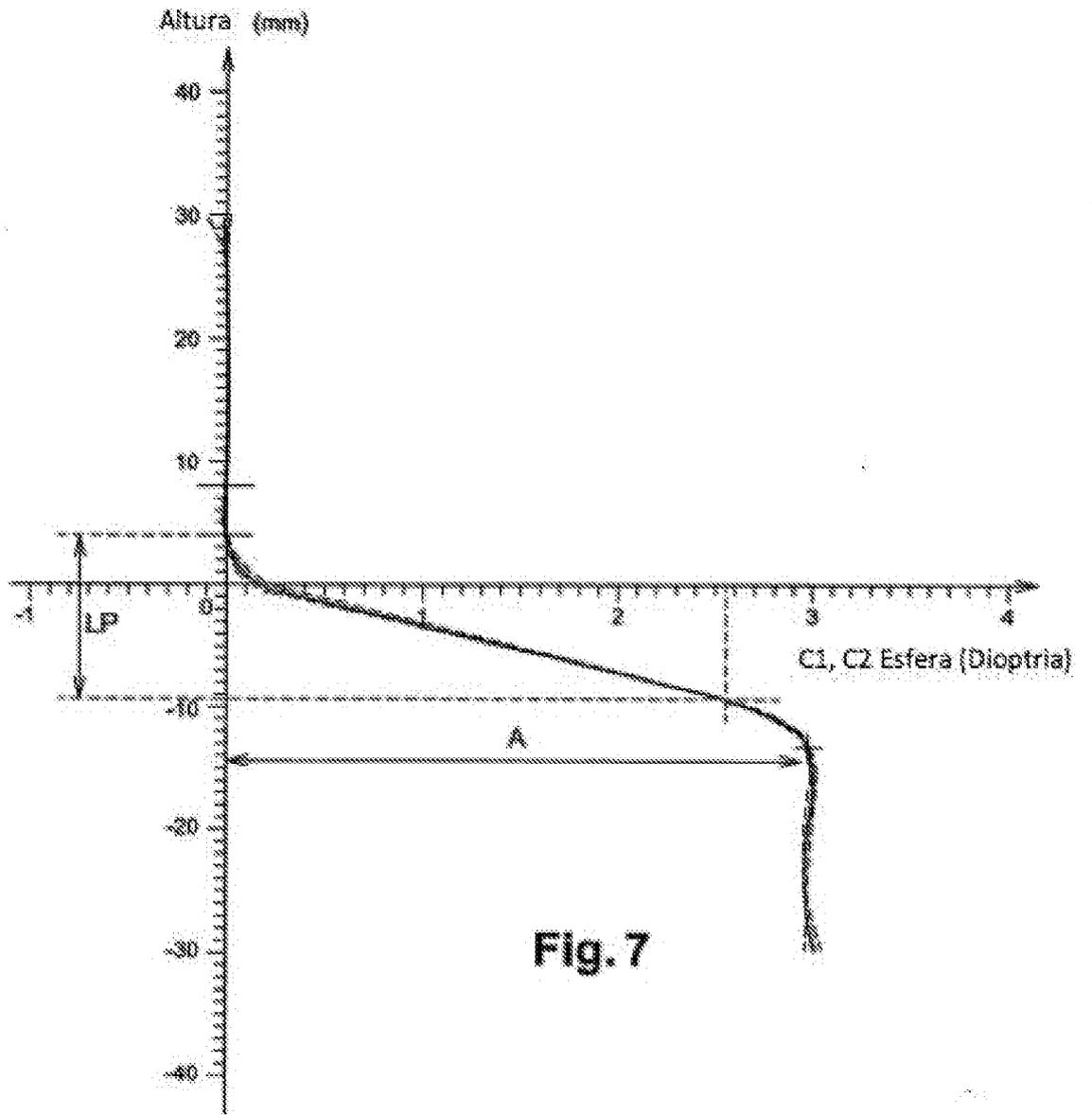


Fig. 6



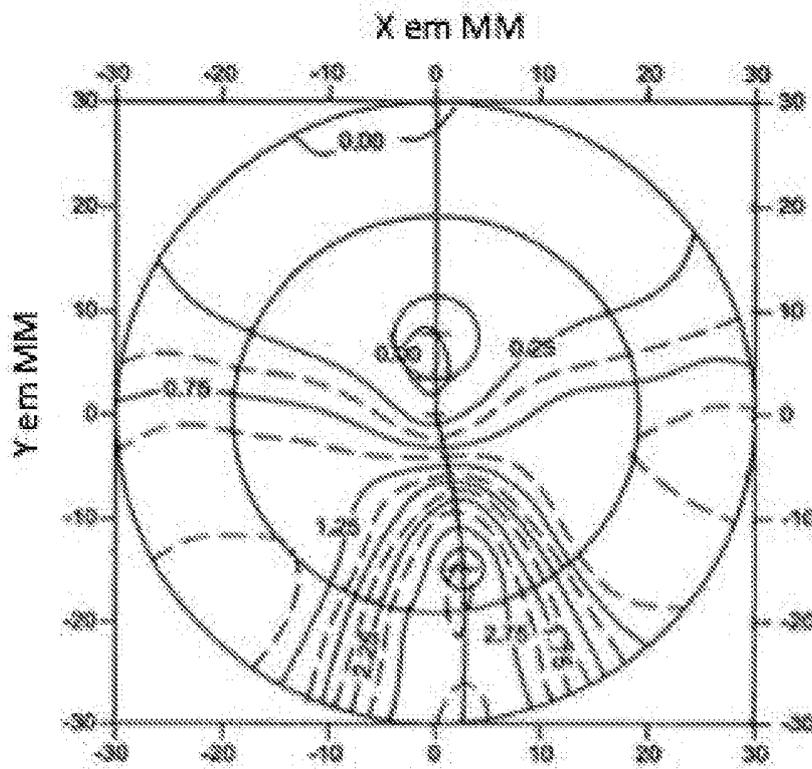


Fig. 8

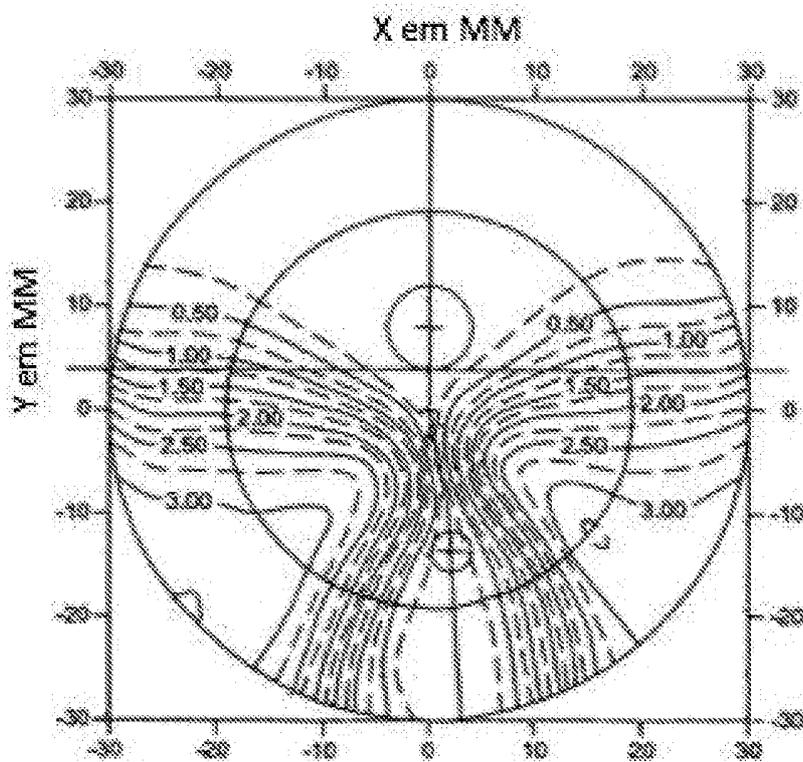


Fig. 9

Fig. 10

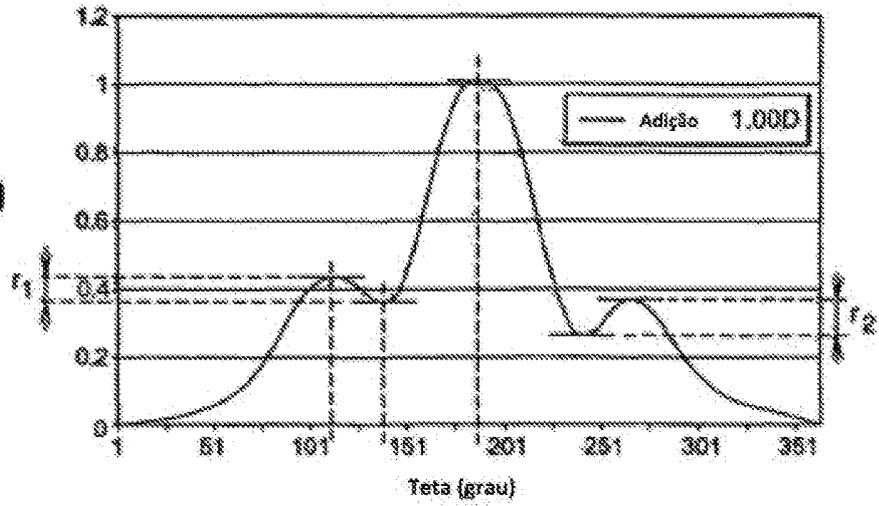


Fig. 11

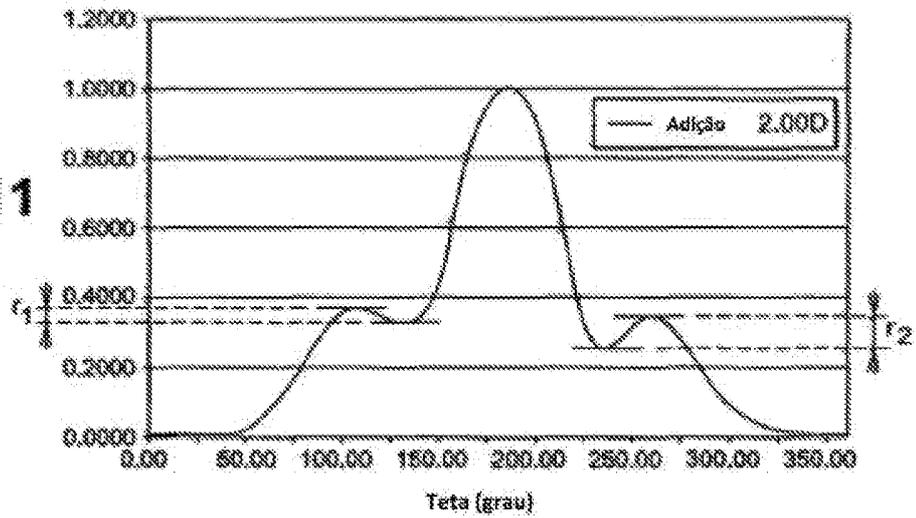


Fig. 12

