



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

(21) BR 102012010884-4 A2

(22) Data do Depósito: 08/05/2012

(43) Data da Publicação: 12/04/2016

(RPI 2362)



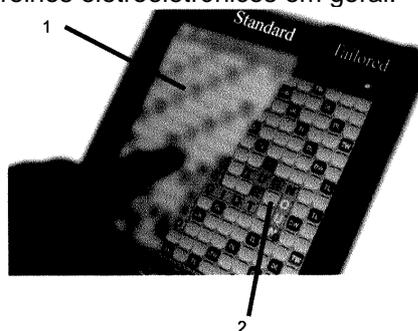
(54) **Título:** DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS

(51) **Int. Cl.:** H04N 13/04

(73) **Titular(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

(72) **Inventor(es):** MANUEL MENEZES DE OLIVEIRA NETO, VITOR FERNANDO PAMPLONA

(57) **Resumo:** DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS A invenção contempla o uso de meios refletir , refratar ou emitir luz e de meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida, que são configuradas para exibir imagens que compensam deficiências visuais de seus usuários. Destaca-se nesse sentido , o uso de dois painéis, um para emissão ou relexão de luz, e outro para controle de direção de emissão da luz. A configuração conjunta destes dois painéis permite a compensação de deficiência visuais do usuários. A tecnologia pode ser utilizada por fabricantes de painéis de LCDs e aplicada em telas de televisores, monitores de vídeo de computador, de notebooks, de netbooks, tablets, relógios digitais, calculadoras, consoles de jogos eletrônicos, e-readers, telefones celulares e telefones sem fio e mostradores digitais de aparelhos eletroeletrônicos em geral.



Relatório Descritivo da patente de invenção

**DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR  
ABERRAÇÕES VISUAIS**

A invenção do dispositivo de exibição configurável para  
5 compensar aberrações visuais é diretamente aplicada a qualquer tipo de  
aparelho eletrônico que possua uma tela digital. Exemplos destes tipos de  
dispositivos eletrônicos incluem, mas não estão limitados a monitores de vídeo,  
televisores, relógios, despertadores, painéis de automóveis, equipamentos de  
academias de ginástica, aparelhos de telefone celulares, calculadoras,  
10 monitores de pressão arterial, tablets, mostradores digitais de aparelhos  
diversos, consoles de jogos eletrônicos, e-readers, etc.

Esta tecnologia pode ser utilizada por fabricantes de painéis de  
LCDs, televisores, monitores de computador, e quaisquer produtos que utilizem  
uma tela digital. Fabricantes deste tipo de produtos tem especial interesse em  
15 utilizar o presente invento, pois podem disponibilizar a tecnologia diretamente  
em seus painéis de LCD 3D. Qualquer fabricante de TVs, monitores de vídeo,  
telefones celulares, tablets, e outras ferramentas digitais também são  
candidatos em potencial a incluir esta tecnologia em seus produtos.

A invenção resolve o problema de exibição de conteúdos (textos,  
20 dados, imagens, gráficos, etc.) para pessoas com problemas de visão que  
implicam em uma reduzida acuidade visual. A invenção permite que estas  
pessoas possam interpretar tais conteúdos sem a necessidade do uso de  
próteses (óculos, lentes de contato) ou cirurgias. A nova tela utiliza um sistema

de campos de luz (raios de luz direcionados individualmente) para produzir uma correção que melhora a acuidade visual de seus usuários. As telas de campos de luz (conhecidos como *light-field displays*) são conhecidas na comunidade acadêmica e já foram descritas na literatura. As telas de campos

5 de luz são dispositivos que tem a capacidade para exibir uma imagem utilizando meios para refletir ou emitir luz e meios para controlar a direção em que a luz é emitida ou refletida. Nas telas de campos de luz, os meios para refletir, refratar ou emitir luz são compostos por um painel traseiro de pixels que emite ou refrata luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida,

10 refratada ou refletida são formados por um painel dianteiro (que pode ser configurado para se tornar desde opaco a totalmente transparente a luz) ou por uma matriz de micro lentes. Esta é, entretanto, a primeira vez que as telas de campos de luz são usadas com a finalidade de melhorar a acuidade visual de indivíduos. A acuidade visual é aumentada significativamente quando a tela é

15 visualizada pelo portador de deficiência visual para a qual a tela foi configurada para corrigir. A invenção suporta condições como miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia, além de aberrações de alta ordem e cataratas, e combinações destas. As telas são configuráveis às condições de cada indivíduo, sendo que uma mesma tela pode ser utilizada por vários usuários em

20 tempos diferentes ou ao mesmo tempo. As telas são programáveis através de software, e se adaptam às condições de diferentes usuários por meio do provimento de parâmetros que descrevem as características de cada usuário. Note que a programação por software é feita em qualquer tela estado da arte,

onde o software controla o conteúdo da tela que pode ser alterado dinamicamente através de exibição quadro a quadro. No caso da invenção, o software modifica o conteúdo exibido para que compense a deficiência visual de um usuário específico.

5 O problema que a invenção resolve era resolvido antes, com o uso de óculos, lentes de contato, ou cirurgias. Na literatura acadêmica é possível encontrar lentes de contato com óptica adaptativa e outros tipos de materiais ópticos que corrigem de alguma forma a visão. Entretanto, não há registro de dispositivo/tela/monitor capaz de se adaptar às aberrações visuais  
10 presentes nos olhos de um indivíduo.

As soluções disponíveis anteriormente para o problema que a invenção resolve não eram plenamente satisfatórias pelos seguintes motivos. O uso de óculos é indesejável em algumas situações como no caso de uso de dispositivos apoiados na cabeça (e.g., monitores portáteis utilizados em  
15 aplicações de realidade virtual e realidade aumentada, os quais são comumente chamados de *head-mounted displays*), durante a prática de esportes, etc. Considere também como exemplo o caso de uma pessoa que utiliza óculos de leitura apenas. Esta pessoa precisa usar os óculos a cada vez que faz uso de seu celular ou consulta o relógio. A invenção, aplicada a estes  
20 aparelhos, possibilita o seu uso sem óculos. Neste caso, os óculos poderiam ser utilizados apenas em situações de uso mais prolongado, evitando-se o inconveniente de colocá-los e retirá-los sistematicamente.

A invenção resolve o problema do seguinte modo. A nova tela

utiliza um sistema de campos de luz, o qual pode ser obtido, por exemplo, pela composição de dois painéis de pixels (que podem ser de LCD, AMOLED, ou outra tecnologia) posicionados a certa distância, um à frente do outro. Alternativamente, a invenção pode ser praticada através de um painel de pixels com uma matriz de micro-lentes posicionadas à frente do painel. Neste caso, os meios para refletir ou emitir luz são compostos por um painel que emite luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida ou refletida são formados por uma matriz de micro-lentes posicionadas à frente do painel. Uma terceira variante da solução utilizaria um painel de nano componentes que direcionam luz (nano antenas).

A abordagem da invenção cria uma espécie de holograma que se ajusta às condições visuais do observador. A tela compensa erros de refração (por exemplo, miopia, hipermetropia, presbiopia, astigmatismo e aberrações de alta ordem) e evita a dispersão de luz em caminhos que atinjam uma catarata. O objetivo é libertar o usuário da necessidade do uso de lentes corretivas quando este observa a tela digital, e/ou adiar a necessidade de realização de cirurgias no olho. Note que a mesma técnica pode ser aplicada para impressões estáticas sobre um material suporte, incluindo plástico, papel, tecido, madeira, entre outros. Assim, o modo proposto de resolver o problema difere das soluções disponíveis anteriormente. A característica da invenção que a torna diferente das soluções disponíveis anteriormente é a adaptação do dispositivo de modo a compensar o problema de visão do usuário. Assim, o dispositivo apresenta ao usuário uma imagem que parece distorcida (1), como

mostrado na Figura 1, a um indivíduo sem deficiência visual, mas que é percebida sem distorção (2) pelo usuário para o qual a imagem foi criada (com o objetivo de compensar sua deficiência visual).

5 A invenção será mais bem compreendida com o auxílio das seguintes figuras.

A Figura 1 ilustra as percepções de um indivíduo com acuidade visual reduzida (2,5 graus de hipermetropia) ao observar uma imagem em tela (monitor) convencional (1) e ao observar uma imagem compensada (distorcida) para a sua condição visual específica, exibida em uma tela objeto da presente  
10 invenção (2).

A Figura 2 descreve o princípio utilizado pela presente invenção para formar uma imagem em foco na retina de um indivíduo que apresenta variações em seu poder refrativo em diferentes pontos/caminhos óticos no olho. Esta figura caracteriza uma configuração formada por dois painéis de  
15 LCD: o painel de trás (3) e o painel frontal (4), separados por uma distância  $m$  (note que as telas de campos de luz já existem anteriormente a esta invenção). A luz emitida por seis pixels (representados por círculos) localizados no painel de trás passa através de um conjunto de pixels acesos no painel frontal. Isto define um conjunto de raios que atingem a córnea (5) do observador. Os raios  
20 originados nos três pixels na parte superior do painel de trás convergem no ponto  $k_1$  sobre a córnea. Por sua vez, os raios originados a partir dos três pixels na parte inferior do painel traseiro convergem para no ponto  $k_2$  sobre a córnea. Estes raios são refratados pela córnea e passam pela abertura da

pupila ( $p$ ), atravessam o cristalino (6), e então atingem a retina (7) do observador. A distância  $a$  representa o comprimento axial do olho, medido da córnea até a retina, enquanto  $t$  representa a distância entre a córnea e o painel frontal. Enumerando-se os pixels do painel de trás, de cima para baixo, percebe-se que os raios provenientes do primeiro e do quarto pixels convergem para um mesmo ponto na retina, percorrendo caminhos que passam por  $k_1$  e  $k_2$ , respectivamente. De modo análogo, os raios provenientes do segundo e quinto pixels convergem para um outro ponto na retina. A mesma situação ocorre para os raios provenientes do terceiro e do sexto pixels. Os pontos  $k_1$  e  $k_2$  possuem distâncias focais diferentes (que constitui uma aberração óptica), representadas por  $fk_1$  e  $fk_2$ , respectivamente. A distância  $jk_1$  é a distância na qual todos os pontos em um plano visto através de  $k_1$  aparecem em foco na retina. Tal plano é indicado por  $lk_1$ . De modo análogo,  $lk_2$  representa o plano conjugado com a retina com relação ao poder ótico do ponto  $k_2$ .  $S_1$  é a distância entre o pixel mais abaixo (sexto) no painel de trás e a linha horizontal (imaginária) que passa pelo centro da pupila.  $S_2$  é a distância da abertura no painel frontal pela qual passa a luz proveniente do sexto pixel proveniente do painel de trás com relação à mesma linha horizontal. A partir das explicações acima, percebe-se que a partir do conhecimento do poder ótico associado aos diversos caminhos entre a córnea e a retina, e da especificação de uma imagem a ser projetada na retina, é possível definir uma combinação de pixels que devem ser acesos no painel de trás e que devem ser tornados translúcidos no painel frontal de modo a obter o efeito desejado.

A Figura 3 descreve como um raio de luz que sai do painel frontal (8) com um ângulo de  $\alpha$  (alfa) graus com relação à horizontal e a uma distância  $S_2$  da linha horizontal, que passa pelo centro da pupila, atinge o conjunto córnea-cristalino (9) a uma distância  $k$  do centro da pupila. Neste ponto, o poder ótico do olho do observador tem uma distância focal de  $f(k)$ . Este raio é então refratado e atinge a retina (10) do observador a uma distância  $R$  da linha horizontal que passa pelo centro da pupila. A distância do painel frontal até o conjunto córnea-cristalino é representada por  $t$ , enquanto  $a$  é o comprimento axial do olho (distância da córnea até a retina).

A Figura 4 mostra os conteúdos dos painéis frontal e traseiro para a projeção de uma letra G (maiúscula) com tamanho aproximado de 0.9 mm na retina de um observador com 5 graus de miopia. Os pequenos pontos claros (11) distribuídos esparsamente representam as pequenas aberturas no painel frontal, enquanto que as regiões com tom intermediário (12) representam o conteúdo exibido no painel de trás.

A Figura 5 mostra o resultado da simulação da mesma letra G apresentada na Figura 4, desta vez considerando que o observador tem 5 graus de miopia e uma caratara. Esta ilustração considera o caso do invento utilizando um único painel com uma matriz lenticular (matriz de micro-lentes). As regiões claras (13) representam o conteúdo exibido no painel, enquanto os pequenos círculos (14) indicam regiões não utilizadas para evitar que os raios correspondentes atinjam uma catarata.

A abordagem da invenção pode ser descrita como a projeção de

padrões anisotrópicos em profundidades diferentes de acordo com as aberrações espacialmente distribuídas no olho do observador. Estas aberrações ópticas são representadas como distâncias focais em um mapa de aberração. Os padrões projetados são imagens anisotrópicas colocados no ponto certo em foco para um determinado poder óptico do mapa de aberrações. A Figura 2 mostra dois planos de imagem ( $I_{k1}$  e  $I_{k2}$ ), cada um para um determinado ponto da córnea ( $k1$  e  $k2$ ). Uma vez que o poder óptico do ponto  $k1$  é maior do que o poder óptico do ponto  $k2$ , o plano  $I_{k2}$  deve ser colocado mais distante do olho em relação ao plano  $I_{k1}$  e ampliado apropriadamente. Note como os raios de luz individuais a partir de objetos respectivos em cada plano de imagem são integrados na retina, conforme mostrado na Figura 2, (7).

Como essas imagens são colocadas em profundidades múltiplas para criar uma única imagem em foco na retina, dizemos que o sistema é multi-profundidade. O método divide o campo de luz proveniente de um objeto em várias partes e as posiciona em diversas profundidades, certificando-se de que estas são vistas apenas através da região do olho que tem determinada aberração óptica. Os caminhos de luz que passam por opacidades, tais como cataratas, são evitados. O resultado final é um campo de luz a ser exibido a uma dada distância do olho.

A invenção dispensa a necessidade de uso de óculos, lentes de contato, e/ou a realização de cirurgia refrativa.

As telas de campos de luz descritas acima permitem criar

imagens que respeitam os limites da faixa de distância focal do usuário, e que são configuradas especificamente para as características do mesmo. Com isso, dispensa-se a necessidade do uso de lentes de contato ou óculos para enxergar com maior nitidez o conteúdo exibido na tela.

5                   As características inovadoras da invenção decorrem da possibilidade de se controlar a direção dos raios que saem de cada pixel do monitor e atingem a região do olho do usuário delimitada pela sua pupila. Considerando que as aberrações visuais variam espacialmente na superfície do olho, a presente invenção controla a direção da luz incidente em cada ponto  
10 da pupila. Tais direções são calculadas para que os raios de luz vindos de vários pontos do monitor convirjam para formar uma imagem nítida na retina do usuário (conforme ilustrado na Figura 2). Para tanto, é preciso dispor de um mapa que descreve o poder óptico de cada ponto da superfície do olho na região delimitada pela pupila. Tal mapa é assumido como entrada para  
15 configurar a presente invenção, e pode ser obtido com o uso de equipamentos e técnicas já existentes. A presente invenção não gera tais mapas.

A invenção é composta por uma tela de campos de luz (a qual pode ser construída, por exemplo, utilizando dois painéis de LCD ou AMOLED, ou outra tecnologia) e software que controla os dois painéis. O software  
20 calcula, para cada conteúdo que se pretende projetar na retina, quais pixels do painel traseiro devem ser iluminados em combinação com os pixels do painel dianteiro que devem ser tornados translúcidos. No caso de se usar uma matriz de micro-lentes, como estas são fixas, o software calcula quais pixels do painel

devem ser iluminados. Conforme demonstrado na Figura 2, o painel de trás (3) exibe os diversos componentes dos conteúdos a serem mostrados, enquanto o painel frontal (4) controla as aberturas através das quais os raios provenientes do painel de trás (3) podem prosseguir em direção ao olho do usuário. Assim, a combinação das posições iluminadas no painel de trás (3) e das posições não bloqueadas no painel frontal (4) controla as direções dos raios que atingem os diversos pontos na pupila do observador, permitindo a formação de uma imagem nítida em sua retina. Todo o processo de configuração dos dois painéis é controlado pelo software, o qual utiliza como parâmetro para configuração o mapa que descreve o poder óptico de cada ponto na região delimitada pela pupila do observador.

No caso da invenção ser praticada com o uso de um painel com uma matriz de micro-lentes, o software determina quais pixels do painel devem ser acesos para projetar sobre a retina do usuário a imagem desejada.

A utilização de um equipamento para rastreamento da posição e orientação do olho do observador permite que este observe os conteúdos atualizados dinamicamente de diferentes pontos de vista, criando um efeito semelhante ao da observação de um holograma.

Na Figura 2, os dois painéis (de trás (3) e frontal (4)) são módulos de LCD (ou AMOLED, ou outra tecnologia) que podem ser comprados independentes em lojas especializadas. Juntos (e posicionados a certa distância um do outro), eles permitem a projeção de raios de luz em um conjunto de direções, enquanto que cada pixel de um monitor convencional

emite luz com uma intensidade quase igual em todas as direções. Esta habilidade de projetar raios de luz em direções específicas é usada para projetar no olho do usuário imagens criadas especificamente para a sua condição visual. Ao realizar o rastreamento da posição do olho do usuário, é possível atualizar dinamicamente os conteúdos exibidos no painel de trás (3) e as aberturas no painel frontal (4), criando um efeito semelhante a da observação de um holograma.

O software implementa um algoritmo de dois passos principais: (i) uma associação entre raios de luz saindo do dispositivo em um dado ângulo ( $S_2, k$ ) e posições da retina ( $R$ ) (conforme a Figura 3); e (ii) uma normalização na intensidade entre os raios que compõem um único ponto na retina. Recebendo como entrada: uma imagem esperada na retina ( $I_{Retina}$ ), um mapa de aberrações, e um mapa de catarata que caracteriza o olho do usuário, o método produz um campo luz para ser mostrado em uma tela de campos de luz.

Usando ótica geométrica e o modelo de lente fina, a relação entre um raio a partir de um ponto  $S_2$  na tela em um ângulo  $\alpha$  e no ponto da retina  $R$  é dada pela seguinte fórmula (onde os elementos são indicados na Figura 3):

$$k = S_2 + \tan \alpha t$$

$$R(S_2, k) = a \left( -\frac{k}{f(k)} + \tan \alpha \right) + k \quad (\text{Eq. 1}),$$

onde  $f(k)$  é a distância focal na posição  $k$  na abertura do olho, a variável  $t$  é a distância a partir do visor campo de luz para o olho, e a variável  $a$  é um comprimento axial do olho.  $f(k)$  é calculado a partir do mapa de

aberrações ou através da interpolação de dados de prescrição do usuário. A variável  $a$  é essencialmente um fator de escala, medido para o usuário específico (alternativamente, pode-se usar  $a=23,8$  milímetros, que é o valor médio de um comprimento axial do olho humano). A energia  $I$  que atinge a retina em um ponto  $x$  de  $R$  é a integral da energia recebida por todos os pontos da córnea visíveis através de uma pupila com diâmetro  $p$  e que atingem  $x$ :

$$I_{\text{Retina}}(R) = \int I_{\text{Lightfield}}[S_2(R, k), k] * h(k) dk,$$

onde a função  $S_2(k,R)$  é obtida resolvendo a equação anterior para  $S_2$ .  $I_{\text{Retina}}(R)$  é a intensidade acumulada no ponto  $R$  sobre a retina.

$I_{\text{Lightfield}}(S_2, k)$  é a intensidade emitida pelo campo de luz através do ponto  $k$  na córnea a partir da posição  $S_2$  (indicada na Figura 3).  $h(k)$  é uma função visibilidade binária para opacidades (cataratas).

A utilização de muitos raios de luz para formar cada pixel na retina (mapeamento muitos-para-um) aumenta o brilho, mas requer um passo de normalização. A intensidade de cada raio do campo de luz é a intensidade da retina dividida pelo número de raios de entrada  $n(R)$  em cada posição da retina  $R$ :

$$I_{\text{Lightfield}}(S_2, k) = I_{\text{Retina}}(R) / n(R) \quad (\text{Eq. 2}),$$

Remove-se as áreas afetadas por catarata usando a função binária  $h(k)$ , que é baseada na função de densidade da catarata  $c(k)$ , dada como entrada e medida com equipamentos oftalmológicos tradicionais. Um limiar  $H$  define a densidade de catarata em que os efeitos deixam de ser perceptíveis:

$$h(k) = 1 \text{ se } c(k) < H,$$

$$h(k) = 0 \text{ se } c(k) \geq H,$$

Círculos (14) indicados na Figura 5 destacam que os raios de luz estão sendo bloqueados por causa da função acima.

5 Dada uma configuração de tela, mapas de aberração  $f(k)$ , e mapas de catarata  $h(k)$ , o método calcula a posição  $R$  para cada par de raios e luz  $(S2, k)$  aplicando a equação (Eq. 1)

Os números de acessos  $r(R)$  a cada ponto da retina  $R$  são calculados e armazenados. Dada a imagem desejada na retina,  $I_{Retina}$ ,  
10 definimos  $I_{Lightfield}(S2, k)$  a partir da imagem de entrada  $I_{Retina}(R)$  e aplicamos a segunda equação (Eq. 2) para normalizar a intensidade da cada raio definido por  $(S2, k)$ . Uma tela de campos de luz pode ser construída usando uma pilha dupla de LCDs ou com um LCD mais uma matriz lenticular (matriz de micro-lentes). A Figura 4 que descreve a invenção mostra exemplos  
15 dos conteúdos do painel de trás (3) e do painel frontal (4) para o caso de um monitor formado por dois LCDs. A Figura 5 mostra o conteúdo do painel de trás [mostrado na Figura 2 (3)], utilizado com uma matriz lenticular (matriz de micro-lentes).

Percebe-se que a invenção pode também ser praticada de forma  
20 estática, através de impressão em folhas de papel, plástico e outros. Porém a impressão em uma única folha papel não funcionaria, pois a luz seria refletida no papel de forma difusa (em todas as direções). Isto seria equivalente a ter um monitor com uma única camada (único painel). Para que a impressão funcione

de forma estática em papel é necessário utilizar duas camadas de papel (ou de tinta sobre o papel), uma camada atrás (refletindo ou emitindo luz) e outra camada na frente (esta controlando as direções em que a luz do papel de trás poderia escapar). Neste caso a configuração da invenção seria semelhante a

5 do uso de dois painéis. Entretanto, dois pontos devem ser ressaltados. O primeiro ponto é que a configuração seria estática, i.e., não poderia ser modificada dinamicamente ao longo do tempo para: atualizar os conteúdos exibidos; ou para se ajustar a mudanças de posição da cabeça do observador; ou para acomodar observadores com outras deficiências, por exemplo. O

10 segundo ponto é que pode ocorrer um problema de eficiência luminosa. Este problema é relacionado ao modo como a luz atingiria o painel (ou camada de tinta ou papel) de trás para ser refletida. Uma possibilidade para aumentar a eficiência luminosa seria iluminar a folha de trás por trás, fazendo com que a luz atravessasse o painel traseiro e atinja os furos no painel dianteiro. Este é o

15 princípio de funcionamento dos monitores de LCDs, que possuem uma iluminação difusa (light box) por trás da camada de LCD propriamente dita. O uso de telas de campos de luz resolve os pontos discutidos acima. Ou seja: o uso de dois painéis permite a configuração dinâmica aliada a uma maior eficiência luminosa.

20 Note que a correção é feita para um olho, devido às peculiaridades das condições refrativas de cada olho, e de suas diferentes posições relativas com relação aos painéis. A invenção também suporta a exibição para dois olhos a partir de uma mesma imagem deformada.

Alternativamente, a invenção pode ser praticada também pela configuração dos painéis dinamicamente por uma tela que multiplexe os conteúdos entre os dois olhos. Por exemplo, se o sistema gerar imagens à taxa de 60 quadros por segundo poderia alternar a exibição de conteúdo específico para cada um dos  
5 olhos, os quais receberiam cada um, alternadamente, 30 quadros a cada segundo. Este é um aspecto importante para a prática da invenção, visto que sem contemplar esta multiplexação da configuração da correção, a invenção torna-se monocular. Considerando-se que os dois olhos de uma mesma  
10 pessoa encontram-se em posições diferentes e frequentemente requerem correções óticas diferentes, a exibição multiplexada para os dois olhos, é um aspecto importante para a prática da invenção.

Em uma anterioridade em relação à invenção aqui proposta é introduzido um método onde uma pessoa pode ajustar por meio de software uma tela para mudar a sua configuração até que o usuário considere adequado  
15 para a sua deficiência visual. Porém esta anterioridade não menciona meios para controlar a direção da luz. O dispositivo de exibição é um monitor tradicional e assume-se que é possível corrigir a imagem sem modificar a direção dos raios de luz. A invenção aqui proposta tem como um primeiro diferencial o controle da direção dos raios de luz e este controle é requisito  
20 para que a correção de uma determinada imagem seja perfeitamente adequada para compensar as deficiências visuais de uma pessoa. A invenção aqui proposta tem como um segundo diferencial a consideração específica dos dados sobre a deficiência do usuário para o qual a imagem será corrigida. Ou

seja: o invento aqui proposto leva em conta se a pessoa tem como deficiência miopia, hipermetropia, catarata, etc e faz a correção para o caso específico. Além disso, pode corrigir casos específicos distintos para o olho esquerdo e o direito através da exibição simultânea de conteúdo específico para cada olho [MMOI] ou exibição alternada de quadros adequados a cada olho.

Outra anterioridade em relação à invenção aqui proposta é baseada em um dispositivo portátil manual (handheld device) enquanto a invenção aqui proposta pode ser utilizada em qualquer equipamento de exibição, independente de seu tamanho ou material. Segundo a anterioridade citada, o dispositivo de modulação altera uma onda de luz em termos de fase e comprimento de onda ou provoca difração. Notem que a alteração de uma onda de luz em termos de fase e comprimento de onda ou ainda a difração de um raio de luz não modificam a direção deste raio de luz. Novamente, a invenção aqui proposta tem diferencial em relação a esta anterioridade. A invenção aqui proposta tem como um primeiro diferencial o controle da direção dos raios de luz e este controle é requisito para que a correção de uma determinada imagem seja perfeitamente adequada para compensar as deficiências visuais de uma pessoa. A invenção aqui proposta tem como um segundo diferencial a consideração específica dos dados sobre a deficiência do usuário para o qual a imagem será corrigida. Ou seja: o invento aqui proposto leva em conta se a pessoa tem como deficiência miopia, hipermetropia, catarata, etc e faz a correção para o caso específico. Além disso, pode corrigir casos específicos distintos para o olho esquerdo e o direito através da exibição

simultânea de conteúdo específico para cada olho [MMO2]ou exibição alternada de quadros adequados a cada olho.

Um exemplo das características de alteração de imagem pela invenção aqui proposta pode ser vista na Figura 4. A Figura 4 mostra os conteúdos dos painéis frontal e traseiro para a projeção de uma letra G (maiúscula) com tamanho aproximado de 0.9 mm na retina de um observador com 5 graus de miopia. Os pequenos pontos claros (11) distribuídos espessadamente representam as pequenas aberturas no painel frontal, enquanto que as regiões com tom intermediário (12) representam o conteúdo exibido no painel de trás. Note que a combinação das duas configurações, tanto do painel frontal quanto do painel de trás permite o controle da direção dos raios de luz, conforme ilustrado na Figura 2.

Outro exemplo das características de alteração de imagem pela invenção aqui proposta pode ser vista na Figura 5. A Figura 5 mostra o resultado da simulação da mesma letra G apresentada na Figura 4, desta vez considerando que o observador tem 5 graus de miopia e uma caratara. Esta ilustração considera o caso do invento utilizando um único painel com uma matriz lenticular (matriz de micro-lentes). As regiões claras (13) representam o conteúdo exibido no painel, enquanto os pequenos círculos (14) indicam regiões não utilizadas para evitar que os raios correspondentes atinjam uma catarata. Note que a combinação das duas configurações, tanto do painel quanto da matriz de micro-lentes permite o controle da direção dos raios de luz, conforme ilustrado na figura 2.

A invenção pode ser praticada em qualquer dispositivo, programável ou não, que tenha capacidade para exibir uma imagem utilizando meios para refletir ou emitir luz e meios para controlar a direção em que a luz é emitida ou refletida.

## REIVINDICAÇÕES

1. **"DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** tendo capacidade para exibir imagens utilizando meios para refletir, refratar ou emitir luz e meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida serem configurados para exibir imagens de modo que compensem a deficiência visual de um usuário específico.

2. **"DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida ou refletida serem configurados dinamicamente para compensar a deficiência visual de um usuário específico.

3. **"DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida serem configurados dinamicamente através de software para compensar a deficiência visual de um usuário específico.

4. **"DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 3 **caracterizado pelo** software utilizar informações sobre a deficiência visual de um usuário específico.

5. **"DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 4 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida serem configurados dinamicamente para compensar as deficiências visuais do olho esquerdo e as deficiências visuais do olho direito, simultaneamente ou alternadamente.

6. **"DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 5 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida serem configurados dinamicamente para exibir imagens para cada um dos olhos para compensar a deficiência visual de um usuário específico que tenha deficiências distintas em seus olhos esquerdo e direito.

7. **"DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz serem compostos por um ou mais painéis de pixels para controlar a direção em que a luz de cada pixel é emitida, refletida ou refratada eletronicamente.

8. **"DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz serem compostos por um painel traseiro que emite ou é transparente a luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida serem formados por um painel

dianteiro que pode ser configurado para se tornar opaco ou transparente a luz, com escalas intermediárias.

5 **9. "DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz serem compostos por um painel traseiro que emite ou é transparente a luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida serem formados por uma matriz de micro-lentes posicionadas à frente do painel traseiro.

10 **10. "DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida serem configurados estaticamente para compensar a deficiência visual de um usuário específico.

15 **11. "DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 10 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz e os meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida serem formados por transferência ou gravação de imagens para um ou mais materiais de suporte.

20 **12. "DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS"** de acordo com a reivindicação 10 **caracterizado pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz serem formados por transferência ou gravação de imagens para um ou mais materiais de suporte que emite, reflete, ou transmite luz e os meios para controlar a direção em que

a luz é emitida, refratada ou refletida serem formados por uma matriz de micro-lentes posicionadas à frente dos meios para refletir, refratar ou emitir luz .

13. **“DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS”** de acordo com a reivindicação 11 ou 12  
5 **caracterizado pelo** material de suporte ser papel, plástico, tecido, madeira ou acetato.

14. **“DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR ABERRAÇÕES VISUAIS”** de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado**  
10 **pelos** meios para refletir, refratar ou emitir luz serem compostos por um painel de nano componentes para controlar a direção em que a luz de cada pixel é emitida, refletida ou refratada eletronicamente.



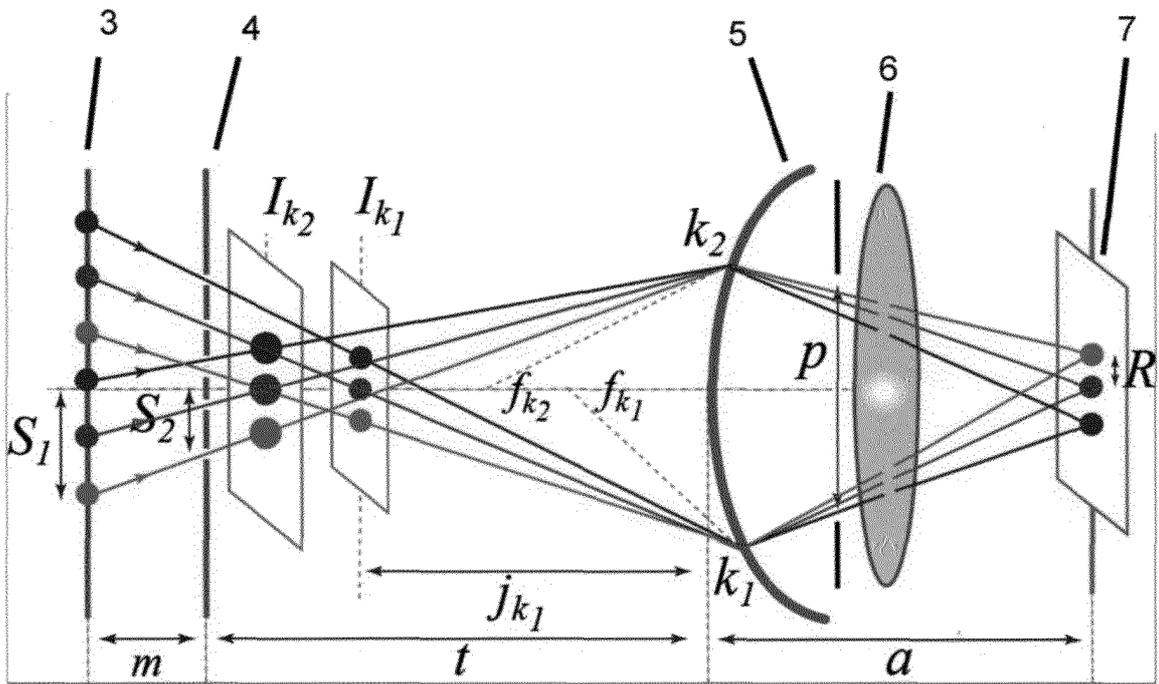


Figura 2

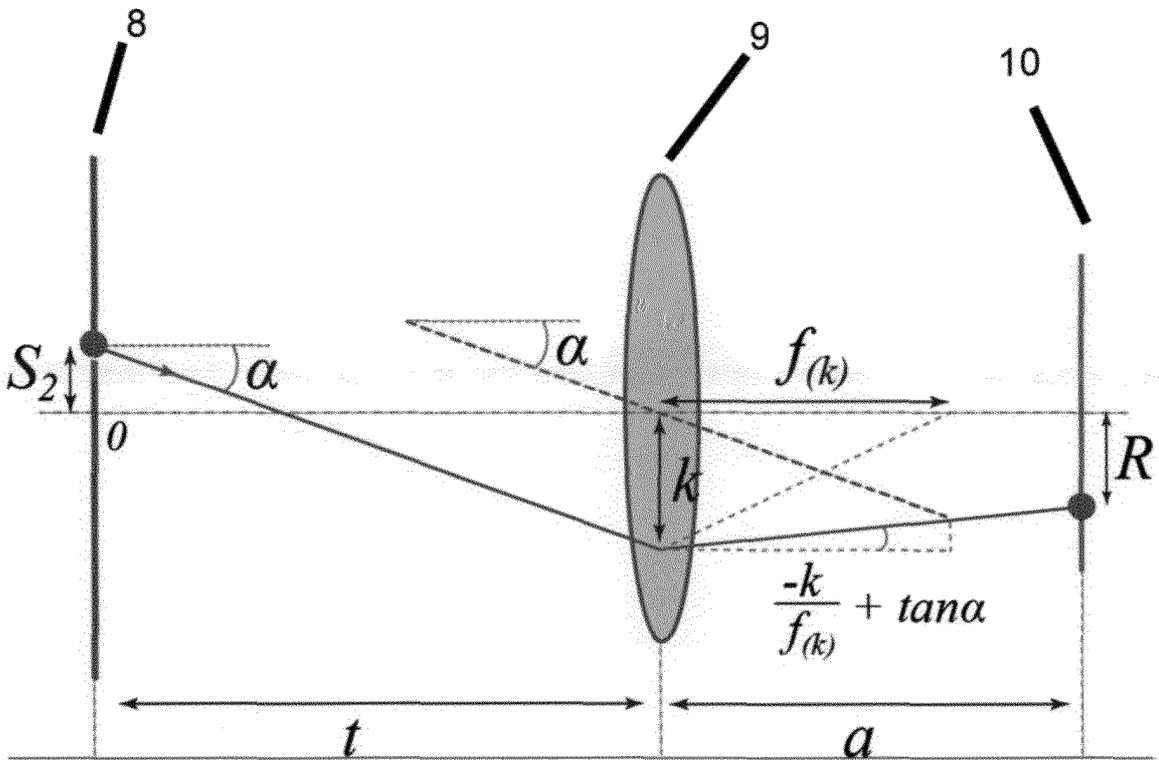


Figura 3

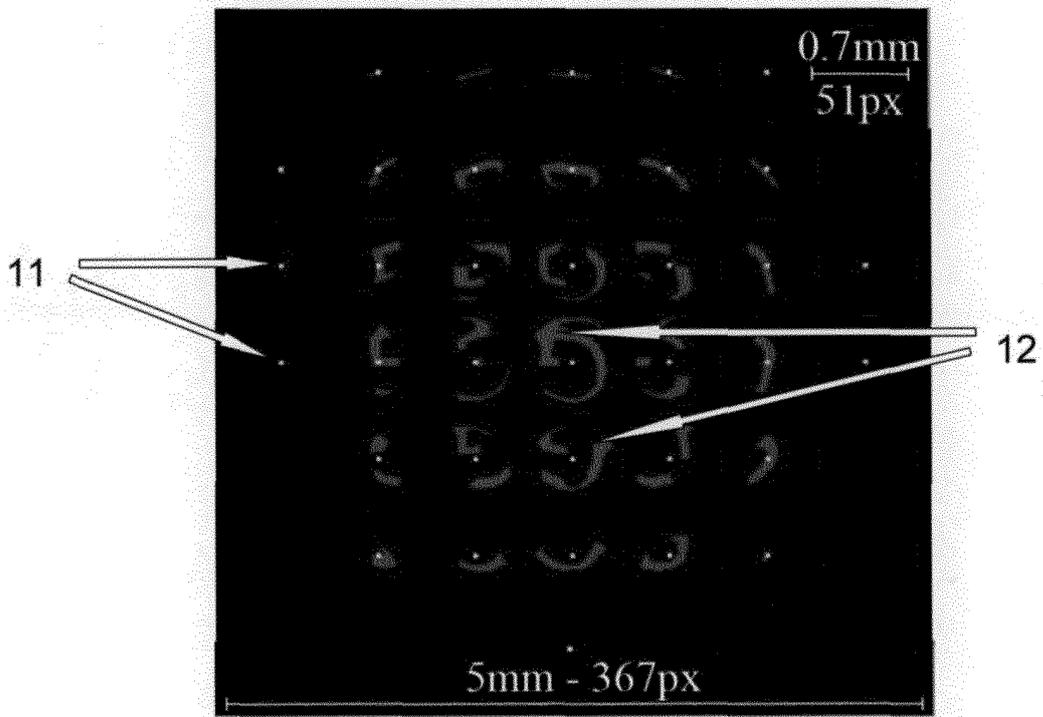


Figura 4

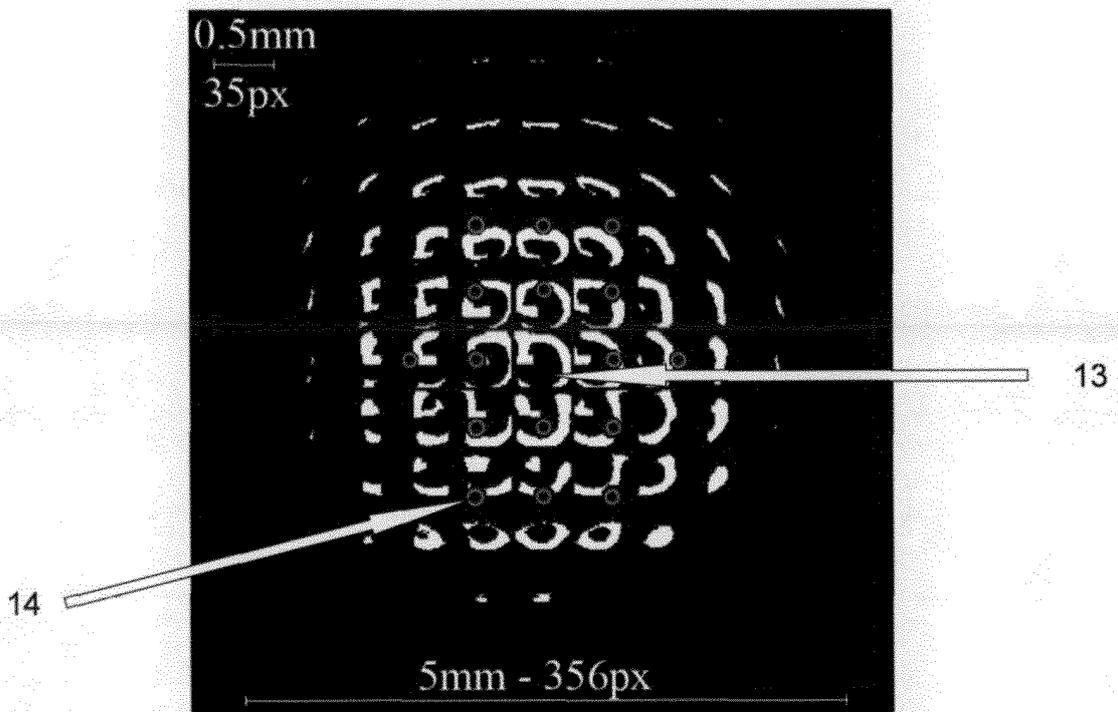


Figura 5

**RESUMO****DISPOSITIVOS DE EXIBIÇÃO CONFIGURÁVEIS PARA COMPENSAR  
ABERRAÇÕES VISUAIS**

- 5 A invenção contempla o uso de meios para refletir, refratar ou emitir luz e de meios para controlar a direção em que a luz é emitida, refratada ou refletida, que são configurados para exibir imagens que compensam deficiências visuais de seus usuários. Destaca-se nesse sentido, o uso de dois painéis, um para emissão ou reflexão de luz, e outro para controle de direção de emissão da luz.
- 10 A configuração conjunta destes dois painéis permite a compensação de deficiências visuais do usuário.
- A tecnologia pode ser utilizada por fabricantes de painéis de LCDs e aplicada em telas de televisores, monitores de vídeo de computador, de notebooks, de netbooks, tablets, relógios digitais, calculadoras, consoles de jogos eletrônicos,
- 15 e-readers, telefones celulares e telefone sem fio e mostradores digitais de aparelhos eletroeletrônicos em geral.