

ANÁLISE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE IMAGENS FOTOGRÁFICAS ESTEREOSCÓPICAS

Paula Poiet Sampedro

paulapoiyet@gmail.com

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Bauru/SP

Resumo: As imagens estereoscópicas (3D) são constituídas pela união de duas imagens ligeiramente distintas e emulam a visualização humana. Durante a história, foram propostos vários métodos de se obter tais imagens, seja por meio de duas câmeras ou apenas uma. Esse artigo discorre sobre a criação de um aparato que transforma uma câmera simples em uma câmera de captura estereoscópica com base em experimentos desenvolvidos por outros pesquisadores, uso de materiais cotidianos e princípios óticos básicos.

Palavras- chave: Estereoscopia; Fotografia; 3D

Abstract: Stereoscopic images are made by merging two different images, which emulate the human view. In the history, was proposed different ways to achieve these images, using two cameras or only one. This assignment is about a device which turns a simple camera into a stereoscopic capture camera, supported by the experiments developed by other researchers, using everyday materials and basic optical principles.

Keywords: Estereoscopy; Photograph; 3D

1 INTRODUÇÃO

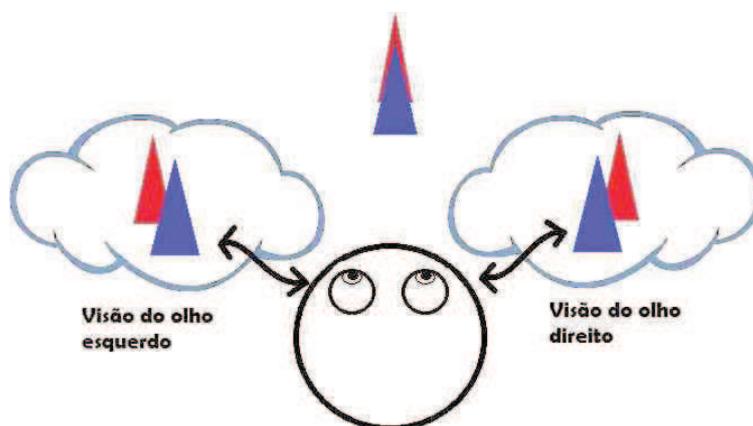
Ao observar a história, são encontradas várias tentativas do homem de criar imagens que aludem à profundidade em desenhos e pinturas por meio de recursos como texturas e sombras. Com o surgimento da fotografia, as imagens tornaram-se mais coesas à maneira que nosso cérebro interpreta a realidade, todavia, essa ferramenta apenas sugere a profundidade ao espectador.

Muito antes da invenção fotográfica, El-Hazem, Archimedes e Leonardo da Vinci estudaram a percepção humana do volume, mas somente no ano de 1838 o estereoscópio, primeiro aparato para visualização de imagens 3D, foi apresentado a sociedade por seu inventor, Charles Wheatstone, tornando-se base para todos os aparelhos subsequentes (ADAMS, 2003).

A estereoscopia surgiu – como fenômeno de massa – em 1851, apresentada ao público por ocasião da Exposição Universal de Londres desse ano, por David Brewster, revelou-se um sucesso imediato [...]. Venderam-se mais de mil estereoscópios no Reino Unido somente nesse ano. Em todo o mundo as vistas estereoscópicas fizeram enorme sucesso (ADAMS, 2003 p. 210).

Apesar do sistema aparentar ser bastante complexo, seus fundamentos são simples: os olhos humanos e de alguns animais são voltados para a mesma direção, gerando dois pontos de vista distintos de uma mesma cena (figura 01). Segundo Maschio (2008, p.17) “[...] é devido a esta diferença de enquadramento, ou perspectiva binocular, que o observador sintetiza em seu cérebro as duas imagens, e reconfigura o espaço que observa, podendo perceber relevo, distância e volume”.

Figura 01: Fundamentos da visão estereoscópica.



Fonte: Imagem da autora, 2013.

Quando se trata de estereoscopia, refere-se à aparência de profundidade tridimensional, criada a partir de duas imagens (ou vídeos) bidimensionais (LIPTON, 1982; MEN-DIBURU, 2012). Essas imagens são registradas sob dois pontos de vista diferentes: um referente à visão do olho esquerdo e outro referente a visão do olho direito.

Segundo Lipton (1982), a diferença entre dois pontos correspondentes nas imagens é denominada paralaxe. É essa diferença que dá a sensação de volume aos objetos e a sensação de distância espacial em um filme ou imagem 3D. Nomeia-se paralaxe positiva quando a imagem aparenta estar dentro do plano onde está sendo exibida, paralaxe zero, quando a imagem é observada no mesmo plano de exibição e paralaxe negativa quando a imagem aparenta “sair” do plano de projeção e estar mais próxima do observador (MASCHIO, 2008).

A relevância desse estudo é percebida quando se observa as possibilidades que a estereoscopia traz consigo, segundo Maschio (2008), atualmente a estereoscopia, um tanto quanto esquecida pelas mídias, voltou à tona em grandes produções cinematográficas e fez surgir inúmeras inovações tecnológicas presentes hoje em televisores, monitores e até mesmo celulares. Para além da área das comunicações, a medicina e as engenharias, por exemplo, também ganharam muito na utilização da estereoscopia como nova forma de ensino e pesquisas.

O projeto que originou esse artigo foi realizado pela autora sob orientação do Prof. Dr. Hélio Augusto Godoy de Souza e com apoio do CNPq, com intuito de complementar o cenário estereoscópico atual. O foco do seu desenvolvimento se estendeu para além do uso de uma câmera com única objetiva e espelhos, foram consideradas também a realização de fotografias

estereoscópicas em formato paisagem e monitoramento ao vivo das imagens em formato anaglífico, além disso, foram utilizados somente materiais de uso cotidiano, como madeira e espelhos de segunda superfície.

1.1 Visualização estereoscópica

Como supracitado, os olhos humanos enxergam volumes e relevos por observarem a mesma cena de diferentes pontos de vista. As fotografias e vídeos ditos tridimensionais tem o mesmo fundamento, sua produção é realizada sob dois pontos de vista distintos (correspondentes a cada olho) e alinhados horizontalmente, por fim, esses são sobrepostos e representados em plano bidimensional.

Para separar e direcionar as imagens correspondentes ao olho direito e ao olho esquerdo, existem diferentes maneiras, a mais comum é a utilização de óculos especiais.

Destacam-se aqui os óculos anaglíficos, esses separam as imagens por cores (comumente ciano e vermelho) e essas servem enquanto filtros. Este sistema é um dos mais baratos, pode ser visto em monitores e televisores comuns, até mesmo impresso, seu maior problema é a qualidade inferior das cores.

Esta técnica caracteriza-se por colorizar com uma cor física primária ou complementar, diferente cada uma das imagens foto-cinematográficas referentes a cada olho (azul e vermelho, ou verde e vermelho, ou ainda as complementares tais como vermelho e ciano, ou amarelo e azul). Dependendo do método, o espectador, ao utilizar óculos com as lentes coloridas respectivamente pelas cores usadas no processo, pode separar cada uma das imagens que se encontram misturadas na imagem projetada na tela (GODOY DE SOUZA, 2005, p. 113-114).

Outro sistema comum é o que utiliza de óculos polarizados seu funcionamento baseia-se na distinção das imagens feita através de filtros polarizadores. Esses filtros “organizam” os raios de luz de maneiras diferentes (sentidos horizontal e vertical, por exemplo), para que cada imagem chegue ao olho correspondente. Os projetores e os óculos devem ter filtros polarizadores, enquanto a tela, uma superfície metálica anti-depolarizadora. Esse sistema foi desenvolvido especialmente para projeção e é bem eficiente, mas exige muitos cuidados além do alto custo (MASCHIO, 2008).

Ainda como alternativa, existem os óculos estereoscópicos ativos, esses trabalham com o escurecimento e clareamento das lentes em frações de segundos, este tipo de sistema, permite a visualização em televisões ou monitores; o seu maior problema é o alto custo. Vale ainda citar os monitores auto-estereoscópicos (demonstram a imagem tridimensional sem utilização de óculos), seu funcionamento baseia-se na separação dos raios luminosos através de uma película, ela direciona a imagem do olho esquerdo para o olho esquerdo e do olho direito para o olho direito (MASCHIO, 2008).

1.2 Posicionamento de câmeras

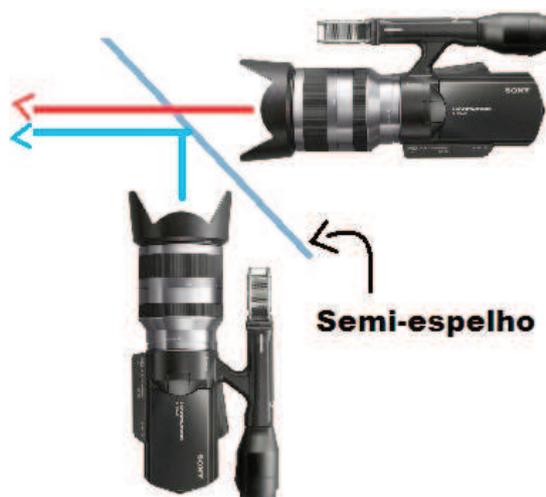
Quando se trata da produção de uma fotografia, vídeo ou filme estereoscópico, além da disposição de uma vasta gama de aparelhos e dispositivos, o produtor também deve considerar as funcionalidades e limitações de cada um para produzir o efeito desejado.

Os aparelhos para produção desse tipo de imagem podem ser divididos em três grupos: Rigs para alinhamento de duas câmeras, essas fabricadas com duas lentes e adaptadores para divisão da imagem de uma só câmera. Esses são descritos a seguir.

Rig é um aparato que aproxima as lentes mais do que qualquer outro sistema, ele mantém as duas câmeras de vídeo juntas e movimenta elas com precisão (MENDIBURU *et al.*, 2012).

O Rig se traduz em um suporte, este pode comportar uma ou duas câmeras. O sistema com uma só câmera apresenta resultados satisfatórios, porém, exige que o objeto fotografado esteja estático. Para utilizá-lo a câmera é colocada inicialmente em uma posição e posteriormente deslocada para o lado, fotografando a visão correspondente a cada olho, uma de cada vez, separadamente. O sistema de duas câmeras é mais abrangente e permitem diversas maneiras de organização, como utilizar as câmeras lado a lado ou uma das câmeras em posição ortogonal (figura 02). O ultimo citado utiliza semi-espelhos (espelhos com uma superfície reflexiva e uma superfície transparente), uma das objetivas enxerga o reflexo do espelho, e a segunda enxerga através do espelho o que permite a fotografia em 3D de um objeto com pouca distância devido à proximidade dos campos de visualização alcançados pelas lentes.

Figura 02: Esquema de Rig para duas câmeras com uma das câmeras em posição ortogonal.



Fonte: Imagem da autora, 2013

O Rig que conecta um par de câmeras permite movimentos delicados, perfeito alinhamento e total controle das câmeras. Os Rigs para duas câmeras se dividem ainda em três níveis: no primeiro, algumas funções são ajustadas somente uma vez (como a posição das câmeras) e outras

dependem do ajuste manual (distância entre as câmeras, por exemplo); o segundo nível consiste em controles mais dinâmicos e funções conjuntas exigindo menos ajustes manuais durante a filmagem ou ensaio fotográfico; o terceiro nível refere-se à análise de imagens e a correção geométrica, onde basicamente é dado um padrão ao computador e ele guia as câmeras igualmente baseando-se nesse padrão (MENDIBURU *et al.*, 2012).

Além dos Rigs, o mercado disponibiliza câmeras com duas objetivas, estas expõe claramente suas facilidades, sem fios, espelhos ou parafusos. No entanto essas apresentam algumas limitações: a fotografia estereoscópica é baseada na relação das lentes objetivas e da distância¹ entre elas, fazendo com que os objetos apareçam mais longínquos ou mais próximos, esse tipo de câmera limita os movimentos de aproximação e distanciamento das lentes (MENDIBURU *et al.*, 2012).

1.3 Adaptadores estereoscópicos para câmera com uma lente

Algumas empresas como a Loreo 3D e a Panasonic desenvolvem alguns sistemas que, encaixados na câmera, dividem a imagem em duas tornando-a um par estéreo, são os chamados adaptadores de lentes.

É necessário lembrar que a distância entre as lentes interfere no efeito 3D, além de que cada aparelho é compatível com alguns modelos de câmeras específicos.

Outro fator a ser considerado é a forma na qual a imagem fica registrada no suporte. Para dividir uma imagem, de modo que se torne um par estéreo, o método mais simples é dividi-la na vertical, no entanto as duas imagens obtidas (par estéreo) ficam em formato “retrato”. Esse formato é bastante comum na fotografia, mas para vídeos, os padrões atuais são diferentes. O cinema e a televisão caminham para uma exibição cada vez mais horizontal, isso pode ser observado nas telas de cinemas, monitores e televisores que estão no mercado atualmente, os formatos HD (720x1280) e Full HD (1080x1920), são exemplos. É possível recortar e redimensionar as imagens, no entanto, nesse processo, é perdida parte da qualidade dessas imagens.

Outra maneira de se obter imagens estereoscópicas com apenas uma câmera é utilizar prismas ou espelhos para dividir a imagem registrada.

1.4 Sistemas de alinhamento de espelhos para criação de imagens estereoscópicas

Os métodos que utilizam de espelhos e prismas para dividir a imagem capturada pela objetiva, tornando-a estereoscópica, são vários. Nessa sessão são apresentados alguns desses processos.

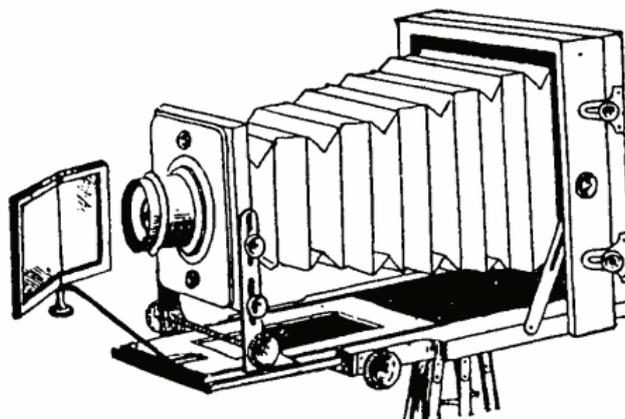
1.1.1

¹ A distância aqui comentada é sobre o centro da lente, e não sobre suas laterais.

1.4.1 Uso de dois espelhos

Um dos métodos propostos utilizando dois espelhos é o de Theodore Brown (figura 03), onde os espelhos são fixos em uma superfície com uma pequena angulação.

Figura 03: Método proposto por Theodore Brown.



Fonte: <<http://www.lhup.edu/~dsimanek/3d/stereo/3dgallery16.htm>>. Acesso em 10 de julho de 2013.

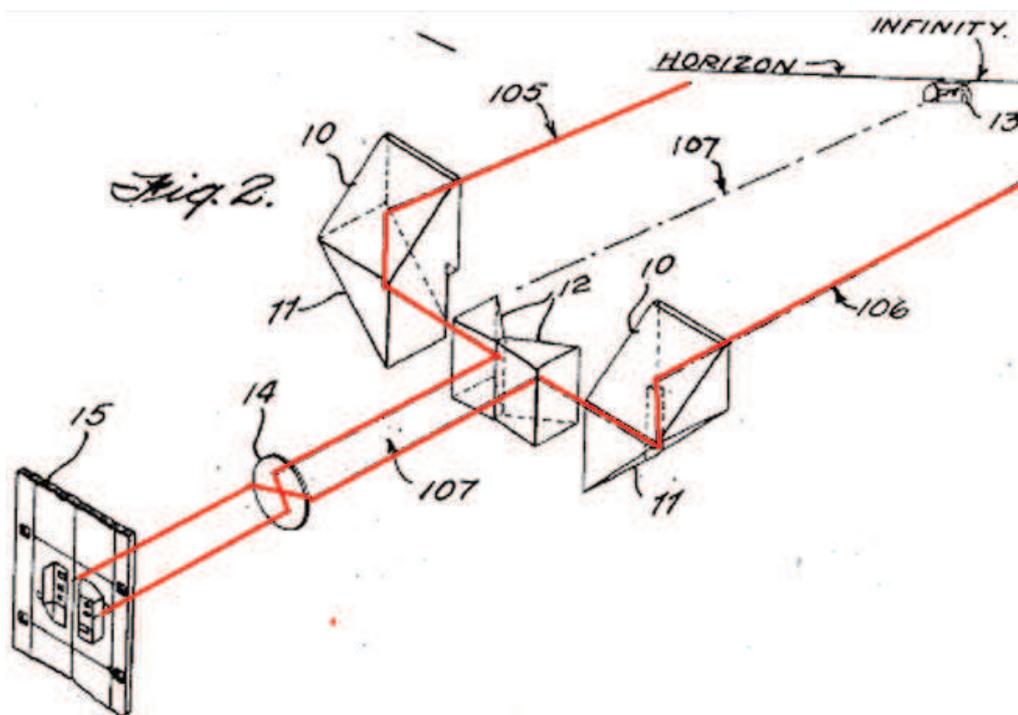
No método de Brown observa-se que a câmera fotografa somente o espelho refletindo outra imagem, é importante dizer que quando um espelho distancia a imagem da câmera mais do que o outro, as imagens se tornam diferentes com relação aos objetos representados e necessitam de retoques para se transformar em um par estéreo.

O Professor José J. Lunazzi, do instituto de física da Universidade Estadual de Campinas, SP, desenvolveu um projeto similar utilizando somente uma câmera e espelhos, porém a orientação dos espelhos foi feita através de uma caixa de areia e a correção da imagem feita digitalmente. Em um artigo publicado pela Revista Brasileira de Ensino de Física, Lunazzi (2011, p. 2304) descreve seu projeto e cita importantes informações sobre os resultados obtidos através deste, como os tamanhos diferentes das duas imagens. Segundo o autor “O sistema é assimétrico porque os raios da luz captada pelo primeiro espelho percorrem uma distância menor que os que são imageados através do segundo espelho” (LUNAZZI, 2011, p. 2304-2).

1.4.2 Uso de seis espelhos

Dentre os meios de produção de um par estéreo partindo de uma só câmera, também está o proposto por Ingvar E. De Sherbinin, onde a imagem é refletida por seis espelhos ou por quatro prismas (figura 04). A forma de armazenamento das imagens com uso deste método se dá na divisão da imagem na horizontal. De Sherbinin descreve ainda em sua patente (1942) que o aparelho pode ser utilizado em uma lente normal, teleobjetiva ou grande angular, este permite também ser ajustado de forma a obter o efeito correto ou então efeito exagerado.

Figura 04: Esquema do aparelho desenvolvido por De Sherbinin, as linhas em vermelho (destaque da autora), representam o “caminho” feito pela luz até chegar ao sensor da câmera.



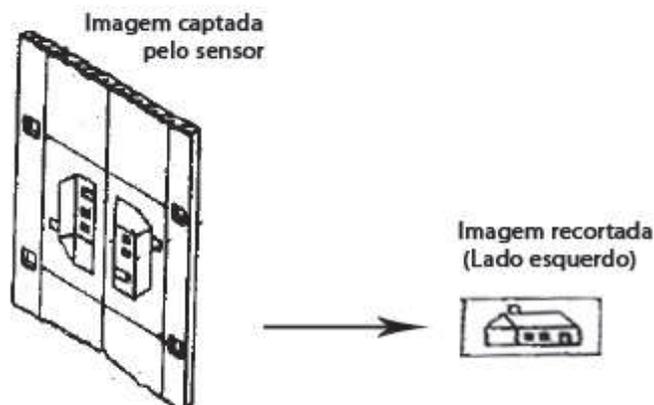
Fonte: DE SHERBININ, Ingvar. Stereoscopic Photography and Projection. Número da Patente: 2, 282, 947. Registrado em 1 de maio de 1939. Acesso em 12 de julho de 2013. (Modificada pela autora, 2013).

Na imagem, retirada da patente do aparato de De Sherbinin (figura 04), a casa representada no canto superior direito se refere ao objeto fotografado (13), em vermelho estão os caminhos percorridos pela luz (105, 106 e 107), ao centro, o primeiro (10 e 11) e o segundo (12) pares de espelhos que direcionam a luz para a objetiva (14) e o material sensível à luz (15). É interessante observar como a imagem fica gravada, cada casa voltada para uma direção.

Existem outras maneiras de se obter imagens estereoscópicas utilizando uma só câmera, algumas possuem variações, como aumento na quantidade de espelhos para modificar a forma que a imagem será gravada, mas todas as imagens estereoscópicas feitas com uma única câmera necessitam de ajustes posteriores.

A maneira como a imagem fica registrada no filme ou sensor da câmera implica na organização dos espelhos. No método proposto por Brown a altura da imagem se tornará maior do que a largura (formato “retrato”), por meio de recortes, é possível transformar o formato para “paisagem”, porém, vale ressaltar que, quanto mais recortes na imagem, mais a qualidade será prejudicada. Pelo método de Ingvar E. De Sherbinin, a imagem é gravada no sensor invertida e, ao recortar e retacionar, ela se transforma em duas imagens (par estéreo) em formato “paisagem” e perde menos informação (figura 05).

Figura 05: Imagem do sensor e uma imagem recortada e rotacionada (lado esquerdo); método proposto por De Sherbinin.



Fonte: DE SHERBININ, Ingvar. Stereoscopc Photography and Projection. Número da Patente: 2, 282, 947. Registrado em 1 de maio de 1939. Acesso em 12 de julho de 2013. (Modificada pela autora, 2013).

Grifa-se que esse método exige menos recortes nas imagens registradas para mantê-las em formato horizontal (“paisagem”) e, como já mencionado, ao se tratar criações de vídeos estereoscópicos esse formato é mais popular.

1.4.3 Sistema tri-delta

Existem outros dispositivos disponíveis no mercado, porém esses são mais complexos e tratam de aparelhos feitos sob encomenda, como é o caso do 3D Advantage DSLR-1 de Lawrence Heyda (patente ainda pendente).

Como a divisão também é feita por meio de espelhos, é importante ficar atento à relação entre a objetiva da câmera e o aparelho, a fotografia pode ficar com recortes indesejados ou mostrar o aparelho utilizado para torná-la estereoscópica. Esses são problemas que podem ser resolvidos por meio de manipulações e recortes digitais, mas que diminuem ainda mais a fotografia prejudicando sua qualidade.

Outro importante inventor a ser citado é Zoran Perisic, seu aparelho, Z3D, desenvolvido pela ZOPTC LTD também se baseia no método de recorte horizontal (patente US 6,721,500; US 7,181,136; GB 2,400,450 patente mundial ainda pendente).

O aparelho é composto de quatro espelhos, sendo que dois refletem a imagem que será registrada e outros dois espelhos captam esse reflexo e o direcionam para a objetiva. A câmera registra a imagem de maneira semelhante à proposta por De Sherbinin na figura 05.

Por último, cita-se o *Mercator 3D²* para câmeras *Phantom HD GOLD*, desenvolvido pela

² Mais informações em: <<http://pcwww.liv.ac.uk/~robblack/Mercator.pdf>>. Acesso em 12/07/2013.

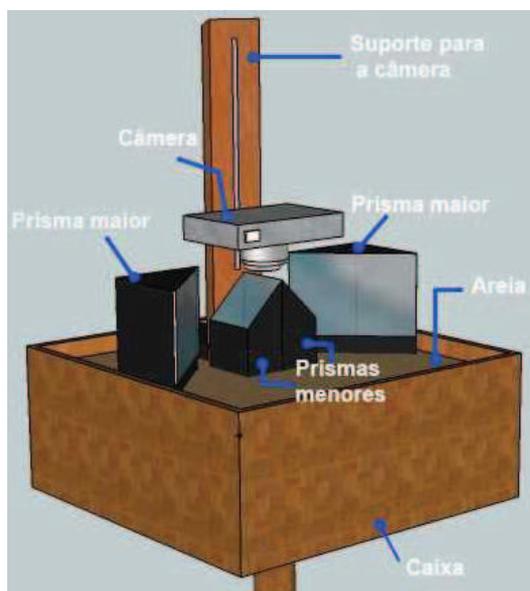
companhia *Camera Crewin*, seus princípios de gravação e captura de imagem se assemelham ao Z3D e ao 3D Advantage DSLR-1, porém esse aparelho é feito especialmente para filmagens em excelente qualidade.

2 DISCUSSÕES

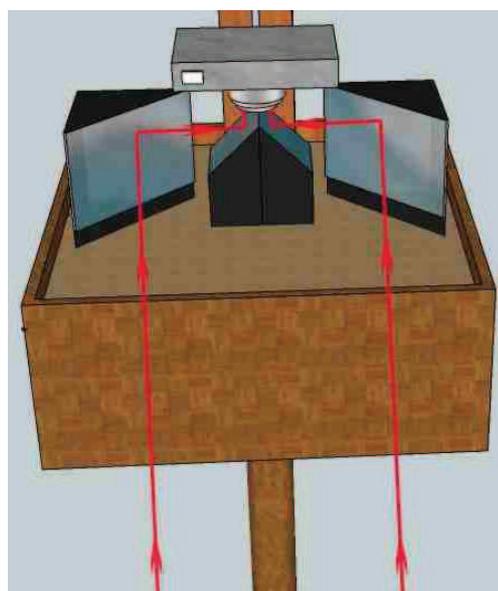
Com intuito de recriar um dos métodos de concepção de fotografias estereoscópicas a partir de uma câmera com uma única objetiva, e após os estudos realizados sobre cada métodos, suas dificuldades e resultados, optou-se pela criação de um aparelho baseado no projeto de Zoran Perisic, *Mercator 3D*, da companhia *Camera Crewing*, e no 3D Advantage DSLR-1 de Lawrence Heyda. O aparato desenvolvido utiliza quatro espelhos e uma caixa de areia e se demonstrou mais simples de organizar do que o proposto por De Sherbinin. Sua base foi o sistema tri-delta, pois esse não apresenta distorção nas imagens, apenas exige seu recorte e rotação em 90°.

O aparato construído é composto por uma caixa de areia com medidas de 46 X 46 X 10 centímetros, utilizada para manter os espelhos em suas posições corretas. Um suporte desenvolvido para fixar a câmera com 44,5 centímetros de altura e duas extensões, uma de 23,5 e a outra de 10,5 centímetros, feitas para auxiliar na aproximação da câmera da borda da caixa conforme necessário. O suporte para a caixa mede 65 centímetros, somando, a altura total do aparato é de 119,5 centímetros. Para captar imagens estereoscópicas foram utilizados quatro prismas de madeira com espelhos, a organização de cada elemento está disposta na figura 06. O funcionamento volta-se às leis da física: a luz refletida nos espelhos dos prismas maiores é direcionada para os espelhos dos prismas menores e captada pela objetiva da câmera. Esse processo é exemplificado graficamente pela figura 07, onde as linhas vermelhas demonstram o “caminho” percorrido pela luz.

Figura 06: Nome e disposição de cada elemento. **Figura 07:** Captação das imagens através dos prismas desenvolvidos.



Fonte: Imagem da autora , 2012.



Fonte: Imagem da autora , 2012.

Para os testes realizados, os espelhos foram calibrados e alinhados: os prismas menores foram encaixados com os espelhos formando 90°, já a face com espelho dos prismas maiores foram alinhadas de forma que ficassem direcionadas aos espelhos menores e aos objetos a serem fotografados (como demonstrado nas figuras 06 e 07).

Ressalta-se que, uma das dificuldades encontradas foi a organização dos prismas sobre a areia, uma vez que essa superfície é facilmente maleável e pequenos movimentos podem desorganizar os elementos já dispostos.

Para calibragem dos prismas menores, foram utilizados cartões de testes fotográficos colados em “régua” de madeira. As “régua” foram dispostas em frente aos prismas menores e ajustadas, utilizando o *software Stereoscopic Player 1.7.2*. O ajuste se definiu pela exata sobreposição de uma sobre a outra

Os espelhos maiores foram calibrados de acordo com o mesmo *software* de monitoramento, a paralaxe zero foi mantida no plano de fundo para que, com as alterações feitas na pós-produção a paralaxe positiva não ultrapasse 1% da imagem.

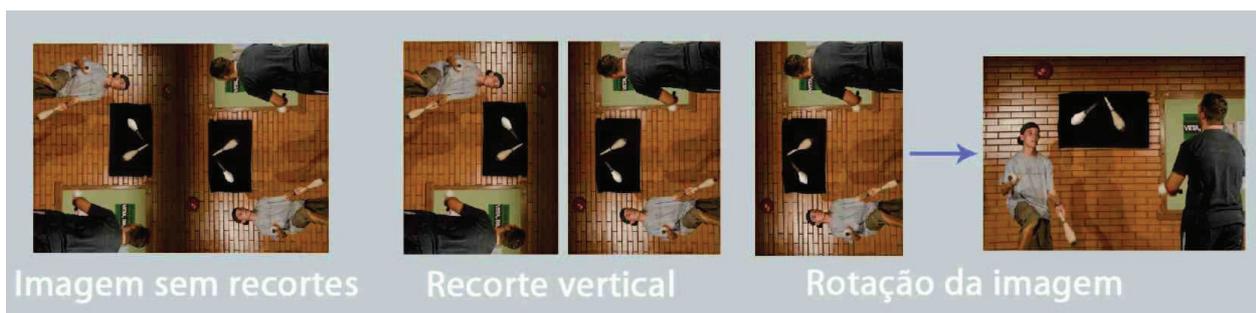
Para o monitoramento das imagens foi necessário conectar a câmera a um computador por meio de um conversor de vídeo analógico/digital e utilizar o *software Stereoscopic player 1.7.2*, devidamente configurado. Dessa forma foi possível assistir às imagem e obter uma perspectiva de seus resultados.

Vários testes foram realizados antes das fotografias finais (realizadas dia 21 de maio de 2012), para avaliar possibilidades do equipamento e para minimizar os problemas encontrados.

Para realização dos testes finais foram utilizados: uma câmera Nikon (D7000), um conversor de vídeo analógico/digital, um microcomputador e equipamentos para iluminação. A distância entre as pessoas e a câmera foi de aproximadamente cinco metros e entre a câmera e a parede ao fundo, 8 metros.

As fotografias foram manipuladas digitalmente no *freeware Stereo Photo Maker* (versão 4.34), onde foram rotacionadas, alinhadas horizontalmente e manipuladas de maneira a deixar a paralaxe positiva com até 1% do tamanho da imagem. Finalmente e ainda utilizando esse *freeware*, foi necessário recortar a imagem para retirar a área de conflito (área entre as duas imagens, junção dos espelhos) e deixá-las na proporção 16:9. Esse processo é ilustrado pela figura 08 (a imagem indicada com “imagem sem recortes” exemplifica a maneira com que a fotografia foi registrada pela câmera).

Figura 08: Esquema de recorte e rotação das imagens.



Fonte: Imagem da autora, 2012.

Após os ajustes feitos, as imagens esquerda e direita foram salvas separadamente, assim, se necessário, é possível fazer alterações individuais em cada imagem. Voltando-se ainda ao *freeware Stereo Photo Maker* (versão 4.34), este exibe várias opções de extensões e de nomes para identificação de cada imagem. O *freeware* também dispõe da opção “*Save stereo image*”, essa opção permite que, quando a imagem for executada por algum programa computacional (seja editor ou visualizador de imagens) esta já esteja no modo de visualização estereoscópica escolhido, anaglífico por exemplo. Deve-se destacar que, quando a imagem for salva em formato estereoscópico, ela não permite alterações separadamente, como rotação de uma só imagem, ou alinhamento de paralaxe.

3 RESULTADOS

Os testes do aparato foram feitos em quatro datas: dia 6 de março de 2012, 26 de março de 2012, 8 de maio de 2012 e dia 21 de maio de 2012. O teste do dia 6 e do dia 26 de março foram feitos com intuito de testar a melhor câmera, o melhor conversor de vídeo analógico\digital, assim como identificar possíveis problemas. Já no dia 8 de maio foram avaliadas as soluções encontradas e dia 21 de maio aconteceu o teste final, onde foram utilizados equipamentos para iluminação e todas configurações e aparelhos que produziram melhores resultados.

O teste do dia 21 de maio foi feito com intuito de comprovar a capacidade do aparelho, assim, além das fotografias, foi produzido um vídeo para avaliar a desenvoltura do equipamento nessa área. Esse vídeo também foi recortado e salvo em dois arquivos separados (visualização esquerda e direita, o mesmo processo feito com as fotografias) e o som foi ajustado à visualização esquerda. Para tais ajustes foi utilizado o *freeware Stereo Movie Maker* 1.21. É possível acessar o vídeo pela internet no endereço <<http://www.youtube.com/watch?v=W0gxxmNq6s4&feature=plcp>> e visualiza-lo em 3D.

Das dificuldades encontradas, cita-se principalmente o ajuste dos espelhos sobre a areia, sua irregularidade, dificulta corrigir todas as imperfeições, mesmo após o nivelamento. O monitoramento também trouxe alguns problemas, como a necessidade do conversor de vídeo analógico/digital para visualização ao vivo na tela do computador, além de algumas alterações necessárias nas configurações do *software Stereoscopc Player* (1.7.2).

O método anaglífico foi escolhido por ser o único método em que o observador, sem os óculos, consegue identificar as figuras que estarão em primeiro e último plano através das cores. Na edição das fotografias foi utilizado o *freeware Stereo Photo Maker* e conservada a visualização em anaglífico, pois essa permite maior precisão nos ajustes, na medição de paralaxe e alinhamento dos dois pontos de vista; cita-se que todo o processo de pós-produção foi realizado sem o uso de óculos, este só foi utilizado no final do processo para visualizar o resultado obtido (figura 09).

Figura 09: Resultado final.



Fonte: Imagem da autora, 2012

Outro aspecto importante a ser mencionado é que os espelhos utilizados não eram de primeira superfície (eram espelhos que tem vidro por cima da superfície reflexiva) o que pode gerar reflexos indesejados e estragar as imagens.

Como supracitado, o formato “paisagem”, mais precisamente o formato 16:9, está cada vez mais presente em nosso dia a dia, sua popularidade pode até ser associada à característica fisiológica da disposição dos nossos olhos. Seja nas telas do cinema, em monitores e televisores, por essa razão foi escolhida tal proporção, porém, o aparato não se limita a esse formato. Esse pode ser alterado pela configuração da câmera e pelos ajustes posteriores onde o par estéreo é rotacionado e recortado.

O projeto desenvolvido tem suas vantagens principais em questões econômicas, não há necessidade de duas câmeras e nem equipamentos com duas objetivas (ainda muito caros no mercado). Por ser utilizada uma só câmera, não é preciso alinhar duas objetivas e não existe o risco da diferença entre lentes utilizadas (as lentes das câmeras, mesmo que do mesmo modelo, apresentam pequenas diferenças que podem ficar aparentes e comprometer o par estéreo). Por fim, o espaço utilizado para a armazenagem é reduzido, ao passo que somente um arquivo é gravado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram a possibilidade de produzir imagens estereoscópicas por meio de métodos menos complexos, facilitando a pesquisa e desenvolvimento de aparelhos focados nas necessidades de seus usuários. Sob a perspectiva de mercado, grifa-se que é plausível a criação de um aparelho como o descrito, com a calibragem e os ajustes necessários prontos para o uso do consumidor.

Segundo Godoy de Souza (2005) os dois maiores picos na utilização da estereoscopia foram ao final do século XIX e entre os anos de 1953 e 1954, atualmente, o desenvolvimento de novas tecnologias promovem maior facilidade na manipulação de imagens, tornando a época muito mais propícia para uma nova disseminação da estereoscopia.

A inserção da estereoscopia em tantas áreas distintas reforça a necessidade de produtos e protótipos disponíveis no mercado, todas as possibilidades geradas por essa técnica, além de seu rápido desenvolvimento confirmam a necessidade de maiores pesquisas na área e reafirmam a importância deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, G. **Um balanço bibliográfico e de fontes da estereoscopia**. São Paulo. Anais do Museu Paulista, v. 6/7, n. Sér., p. 207-225, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/anaismp/v6-7n1/10.pdf>>. Acesso em 12/07/2013.
- DE SHERBININ, I. **Stereoscopic Photography and Projection**. Número da Patente: 2, 282, 947. Registrado em 1 de maio de 1939.
- GODOY DE SOUZA, H., A. A Imagem Tridimensional e o Documentário. Visualidades. **Revista do Programa de Mestrado em Cultura Visual - FAV. UFG.** v. 3, n. 2, p. 110–126, 2005. Disponível em <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/VISUAL/article/view/17967>>.
- LIPTON, L. **Foundations of the Stereoscopic Cinema, a Study in Depth**. Nova York: Van Nostrand Reinhold Co., 1982. 325p.
- LUNAZZI, J., J. Fazendo 3D Com Uma Câmera Só (Single Camera 3D). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Campinas v. 33, n. 2. p. 2304-1 a 2304-6, Jul de 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/332304.pdf>>.
- MASCHIO, Alexandre. A Estereoscopia: Investigação de Processos de Aquisição, Edição e Exibição de Imagens Estereoscópicas em Movimento. 2008. 231 f. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Bauru.
- MENDIBURU, B. **3D Movie Making**. Stereoscopic Digital Cinema From Script to Screen. Oxford: Focal Press, 2009.
- MENDIBURU, B.; PUPULIN, Y.; SCHKLAIR, S. **3D TV and Cinema, Tools and Processes for Creative Stereoscopia**. Oxford: Focal Press, 2012.

PERISIC, Z. Apparatus for thress dimensional photography. Número da patente US 6,721,500 B2. Registrado em 13 de abril de 2004 .