

**FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO “EURÍPIDES DE MARÍLIA” – UNIVEM
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

EDUARDO JOSE DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM WEB SITE UTILIZANDO
ESTEREOSCOPIA POR MEIO DE ANAGLIFOS**

**MARÍLIA
2005**

EDUARDO JOSE DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM WEB SITE UTILIZANDO
ESTEREOSCOPIA POR MEIO DE ANAGLIFOS**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Centro Universitário Eurípides de Marília, mantido pela Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador:
Prof. Dr. Ildeberto Aparecido Rodello.

MARÍLIA
2005

SILVA, Eduardo Jose da

Implementação de um web site utilizando estereoscopia por meio de anaglifos / Eduardo Jose da Silva; orientador: Ildeberto Aparecido Rodello. Marília, SP: [s.n.], 2005.

64 f.

Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro Universitário Eurípides de Marília – Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha.

1. Realidade Virtual 2. Estereoscopia 3. Anaglifo

CDD: 006

EDUARDO JOSE DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM WEB SITE UTILIZANDO ESTEREOSCOPIA POR
MEIO DE ANAGLIFOS**

Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação.

Resultado: Aprovado

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ildeberto Aparecido Rodello

1º Examinador: Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega

2º Examinador: Prof. Dr. Antonio Carlos Sementille

Marília, 30 de novembro de 2005.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a *Deus* por todas as bênçãos que me concedeu, que muitas pessoas chamam de sorte ou de coincidência.

Aos meus pais, *Zinaldo Souza e Silva e Maria Aparecida Souza e Silva*, que, com carinho e dedicação, sempre me apoiaram em cada etapa da minha vida, me ajudando e me incentivando em tudo e que sempre confiaram em meus sonhos, mesmo nos mais loucos, e me ensinaram a acreditar que é possível realizá-los.

A minha madrinha *Vanda* e minha irmã *Rosana* que, mesmo nos momentos difíceis, sempre souberam me confortar e apoiar.

Ao meu Prof. Dr. *Ildeberto Aparecido Rodello*, pela sua orientação, apoio e incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores do curso de Bacharelado em Ciência da Computação pela contribuição na minha formação das mais diferentes maneiras.

A minha namorada, *Daiane L. Frota*, que sempre esteve do meu lado dizendo que sou capaz de fazer tudo aquilo que desejo.

Aos meus amigos *Cristiano Seiti Takano, Dante Emanuel de Brito e Larissa Bilar* pela contribuição na realização deste trabalho e a todos os colegas da graduação pela convivência e amizade durante todo o curso.

SILVA, Eduardo Jose da. **Implementação de um web site utilizando estereoscopia por meio de anaglifos.** 2005. 64 f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília, 2005.

RESUMO

Esse trabalho tem como finalidade o desenvolvimento de um *web site* utilizando o conceito de estereoscopia por meio da técnica de anaglifos. Foi desenvolvida uma pesquisa sobre algumas técnicas estereoscópicas, focando-se na técnica de anaglifos e ainda uma pesquisa sobre softwares disponíveis capazes de trabalhar com tal técnica. Esse trabalho abordará um estudo sobre algumas técnicas estereoscópicas, uma descrição dos softwares utilizados no desenvolvimento do web site e o resultado obtido por meio desses softwares. O objetivo final é implementar um web site através da técnica de anaglifos e proporcionar ao usuário a visualização com efeito estereoscópico.

Palavas-chave: Realidade Virtual. Estereoscopia. Anaglifo.

SILVA, Eduardo Jose da. **Implementação de um web site utilizando estereoscopia por meio de anaglifos.** 2005. 64 f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília, 2005.

ABSTRACT

This work as a purpose a web site development using the stereoscopic's concept by the anaglyphs's technique. Was developed a search about some stereoscopic's techniques, being focused in the anaglyphs's technique and a search about available's softwares wich are capable to work with that technique. This work will approach a study about some stereoscopies techniques, a softwares description used on the web site development and the gotten result through these softwares. The final objective of implementing a web site through the anaglyphs's technique is provide to the user the web site visualization with stereoscopic effect.

Keywords: Virtual Reality. Stereoscopic. Anaglyph.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de alguns efeitos passivos [Raposo et al., 2005]	15
Figura 2 - Par estéreo - visualização cruzada [Kirner e Tori, 2004]	16
Figura 3 - Métodos de visualização de um par estéreo [Santos, 2005]	17
Figura 4 - Exemplo de aparelho estereoscópio.....	17
Figura 5 - Configuração de Câmeras: a) Câmeras em Eixo Paralelo e b) Câmeras em Eixo Convergente (toed-in) [Johanson, 2001 in Kirner e Tori, 2004].....	19
Figura 6 - Paralaxe Vertical causada por Distorção Keystone: a) Imagem Original e b) Visão do olho esquerdo e direito sobrepostas [Lacotte, 1995 in [Kirner e Tori, 2004]]	19
Figura 7 - Projeção polarizada [Santos, 2005]	20
Figura 8 - Exemplo de uma imagem anaglifo	21
Figura 9 - Exemplo de um óculos obturador sincronizado.....	22
Figura 10 - Tipos de Paralaxe [Kirner e Tori, 2004].....	24
Figura 11 - Problemas com paralaxe positiva [Kirner e Tori, 2004].....	24
Figura 12 - Efeito estereoscópico com paralaxe positiva com distâncias diferentes do observador à tela [Kirner e Tori, 2004]	25
Figura 13 - Esquema de controle de paralaxe positiva [Bourke, 1999]	26
Figura 14 - Efeito Crosstalk - "Fantasma" [Poel, 2003].....	28
Figura 15 - Óculos filtros de cores diferentes para cada olho	29
Figura 16 - Matrizes de conversão dos filtros	30
Figura 17 - Projeção do algoritmo de Photoshop	31
Figura 18 - Matriz B (Algoritmo Photoshop).....	31
Figura 19 - Definição dos vetores do algoritmo de Dubois.....	32
Figura 20 - Matriz B (Algoritmo Dubois)	33

Figura 21 - Photoshop versão 7	35
Figura 22 - Z-Anaglyph versão 1.5.3	36
Figura 23 - AnaBuilder versão 2.32.1	38
Figura 24 - Aparecimento de borda extra utilizando a ferramenta Z-Anaglyph	42
Figura 25 - Controle de bordas: a) Valor de deslocamento pequeno e b) Valor de deslocamento muito grande (Efeito Crosstalk)	43
Figura 26 - Mapa do site.....	46
Figura 27 - Layout padrão do web site	47
Figura 28 - Logotipo Univem.....	47
Figura 29 - Cabeçalho do web site	48
Figura 30 - Exemplos de botões de menu	48
Figura 31 - Assuntos abordados em uma página (Conteúdo).....	49
Figura 32 - Rodapé do web site	49
Figura 33 - Exemplo de uma página completa	50

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Comparação e características das ferramentas.....	39
--------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BMP - *Bitmap*

CIE - *Commision Internationale L'Eclairage*

CMYK – *Cian, Yellow, Magenta e Black*

EPS - *Encapsulated PostScript*

GIF – *Graphics Interchange Format*

HT – *Hyper Threading*

JPEG – *Joint Photographic Exterts Group*

PNG - *Portable Network Graphics*

RGB – *Red, Green, Blue*

RTF - *Rich Text Format*

TIFF - *Tagged Interchange File Format*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 2 - ESTEREOSCOPIA.....	13
2.1 Efeitos Passivos e Ativos.....	14
2.2 Dispositivos e Técnicas Estereoscópicas.....	15
CAPÍTULO 3 - CONCEITOS DE PARALAXE.....	23
3.1 Controle de Paralaxe.....	25
3.2 Acomodação e Convergência	27
3.3 Efeito Crosstalk	27
CAPÍTULO 4 - A GERAÇÃO DE ANAGLIFOS.....	29
4.1 Algoritmos.....	30
CAPÍTULO 5 - SOFTWARES CAPAZES DE GERAR ANAGLIFOS.....	34
5.1 Adobe Photoshop versão 7	34
5.2 Z-Anaglyph versão 1.5.3	36
5.3 AnaBuilder versão 2.32.1	37
CAPÍTULO 6 - DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO WEB SITE.....	40
6.1 Objetivos.....	40
6.2 Metodologia.....	40
6.3 Ambiente de Desenvolvimento	41
6.4 Análise das Imagens Geradas	42
6.5 Trabalhos Relacionados.....	44
6.6 Resultados Obtidos	45
CONCLUSÕES.....	51
7.1 Trabalhos Futuros	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICES	55
ANEXOS	63

INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual é uma área da Ciência da Computação, fruto do desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Permite ao usuário visualizar, manipular e interagir com o computador de maneira diferenciada. É considerada a interface mais avançada da atualidade, com um campo de aplicação vasto e grande investimento favorece seu desenvolvimento constante. É uma simulação gerada por dispositivos de interface para Realidade Virtual que proporcionam a sensação de imersão, envolvimento e interação através da conexão do usuário com o mundo virtual. Os receptores sensoriais do ser humano são acionados por estímulos artificiais e a partir daí, a mente passa a não diferenciar o real do virtual [Kirner, 1996].

A Realidade Virtual pode ser imersiva e não imersiva. O que as diferencia é o nível de imersão e interatividade que elas proporcionam, pois a imersiva é baseada no uso dos capacetes ou salas de projeção e a não imersiva consiste no uso de monitores, chamada também de interface tradicional, por ser uma forma bidimensional [Kirner, 1996; Pinho e Kirner, 2005].

Um conceito ligado a Realidade Virtual e discutido no desenvolvimento deste trabalho é em relação a Estereoscopia.

Estereoscopia é o nome dado à técnica ou ao conjunto de técnicas utilizadas para a simulação do mecanismo biológico humano de visualização [Kirner e Tori, 2004]. É um processo artificial, gerado ou não por computador, que pode dar ao observador uma sensação de profundidade.

A profundidade vista é apenas um truque realizado pelo cérebro, pois ele reúne duas imagens bidimensionais de tal modo que extrapole a profundidade. Quando essas duas

imagens são fundidas no cérebro, elas são interpretadas com profundidade. A partir desse processo é que tem-se uma visão tridimensional do ambiente.

Existem várias técnicas para se gerar estereoscopia tais como: anaglifo, polarização da luz e óculos obturadores sincronizados. A técnica de anaglifo consiste na sobreposição de cores complementares às figuras planas que serão fundidas pelo cérebro em uma única imagem tridimensional usando óculos filtros.

Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é o estudo da técnica de estereoscopia, em especial na técnica de anaglifos. Desenvolveu-se, então, um *web site* utilizando a técnica de anaglifos com o auxílio de ferramentas que suportam tal técnica.

O trabalho está dividido em 7 Capítulos, descritos resumidamente a seguir:

O Capítulo 2 apresenta o conceito sobre Estereoscopia, seus efeitos, alguns dispositivos e técnicas estereoscópicas na visualização de imagens tridimensionais.

No Capítulo 3 é apresentado o conceito de Paralaxe, o que é Paralaxe, seus tipos, problemas e realização de controle da Paralaxe.

O Capítulo 4 aborda a técnica de anaglifos bem como a descrição de alguns algoritmos para a determinação da cor do *pixel* no anaglifo.

O Capítulo 5 oferece uma breve descrição dos softwares utilizados no desenvolvimento do *web site* que dão suporte à técnica de anaglifos, bem como suas características.

O Capítulo 6 descreve o desenvolvimento e implementação do *web site*, trabalhos relacionados e os resultados obtidos durante a implementação.

O trabalho é concluído no Capítulo 7, avaliando os aspectos gerais, a viabilidade do projeto e trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 - ESTEREOSCOPIA

Com a evolução, a espécie de alguns animais, dentre estes os seres humanos, passou a ter olhos posicionados na frente da cabeça, proporcionando assim a perda do campo visual de praticamente 360 graus. Com isso eles adquiriam uma função visual denominada visão binocular ou estereoscopia. Em razão dos olhos estarem separados por uma distância, cada olho capta uma imagem diferente a partir de seu ponto de vista além de informações sobre profundidade, convergência e divergência. A partir desse processo é que se tem uma visão tridimensional do mundo com a interpretação das imagens realizadas pelo cérebro [Kirner e Tori, 2004].

A estereoscopia é a capacidade de percepção de profundidade espacial, ou seja, a capacidade de visualizar um determinado objeto em três dimensões. É um processo no qual cada olho capta imagens diferentes que são processadas, ou seja, fundidas no cérebro dando assim a sensação de profundidade em um ambiente.

A estereoscopia pode ser obtida de forma artificial, gerada ou não por computador por meio de dispositivos e técnicas estereoscópicas. Existem alguns efeitos, chamados de passivos e ativos, que mostram características tridimensionais de uma cena [Raposos et al, 2005]. Tais efeitos são discutidos na seção 2.1.

2.1 Efeitos Passivos e Ativos

Os efeitos passivos mostram características tridimensionais de uma cena sem o uso de dispositivos ou técnicas estereoscópicas. Tais efeitos seguem algumas noções básicas. Para entender melhor essas noções, se tomar como base uma imagem tirada de uma câmera fotográfica comum, nota-se (Figura 1) as noções de perspectiva, iluminação, oclusão, sombra e gradiente de textura, conforme segue:

- ❖ *Noção de perspectiva*: os elementos da imagem da fotografia que estão no “fundo” são vistos com tamanhos maiores em relação aos elementos que estão posicionados à sua frente.
- ❖ *Noção de iluminação*: aplicando o efeito de iluminação à imagem melhora a forma dos objetos presentes, aumentando o realismo da cena.
- ❖ *Noção de oclusão*: é o efeito de esconder parcialmente ou totalmente um objeto que esteja atrás de outro, dando a noção de ordem de observação.
- ❖ *Noção de sombra*: a sombra de um objeto pode mostrar se ele está ou não colado no plano.
- ❖ *Noção de gradiente de textura*: definidos por pontos de fuga, que são a diminuição dos tamanhos dos quadrados brancos e pretos indicando assim pontos onde se projetam algumas direções.

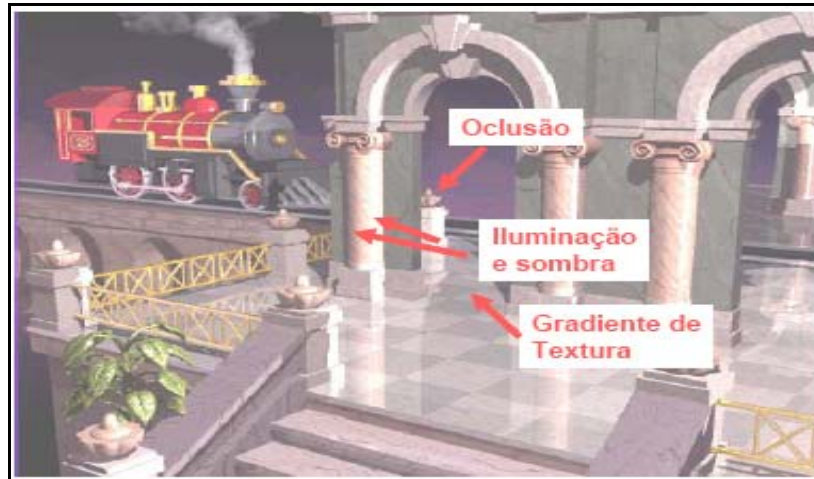


Figura 1 - Exemplo de alguns efeitos passivos [Raposo et al., 2005]

Tais efeitos são inerentes à aparência do mundo externo e independente aos nossos olhos, pois se girar a fotografia a imagem continuará estática.

Um efeito ativo, por sua vez, é aquele que não está diretamente presente em uma imagem. Tal efeito é obtido através de dispositivos e técnicas estereoscópicas que são discutidas na seção 2.2.

2.2 Dispositivos e Técnicas Estereoscópicas

A seguir serão apresentadas algumas das principais técnicas e dispositivos para se obter artificialmente a estereoscopia.

❖ Par estereoscópico ou par estéreo

Esta técnica é a apresentação de duas imagens lado a lado e ligeiramente deslocadas na horizontal correspondendo à distância entre os olhos do observador, conforme é mostrado na Figura 2. Para visualizar um par estéreo, o usuário deve convergir os olhos até que consiga ver três imagens. Essa terceira imagem estará localizada entre o par estéreo com a sensação de profundidade.

Existem duas maneiras de visualização de um par estéreo (Figura 3):

- I. Visualização Paralela: a imagem esquerda é disposta ao lado esquerdo e a imagem direita é disposta no lado direito.
- II. Visualização Cruzada: é o contrário da visualização paralela, a imagem esquerda é disposta no lado direito e a imagem direita é disposta no lado esquerdo.



Figura 2 - Par estéreo - visualização cruzada [Kirner e Tori, 2004]

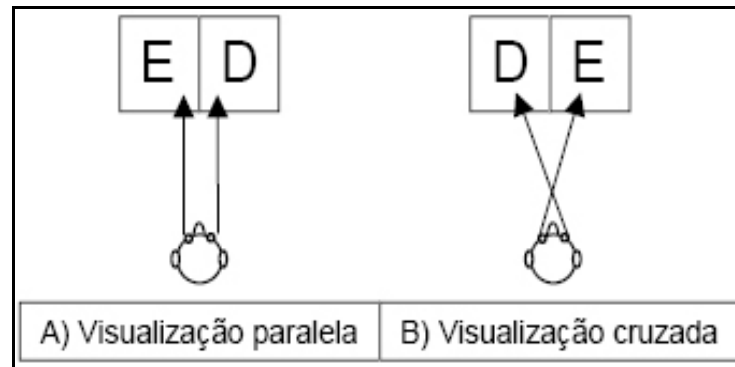


Figura 3 - Métodos de visualização de um par estéreo [Santos, 2005]

❖ Estereoscópio

É um aparelho composto por lentes que direcionam uma das imagens do par estereoscópico para o olho direito e outro para o olho esquerdo, permitindo assim a visualização da imagem tridimensionalmente (Figura 4).

A vantagem do aparelho é que o observador pode realizar o ajuste da distância pupilar entre as lentes e a distância de visualização.

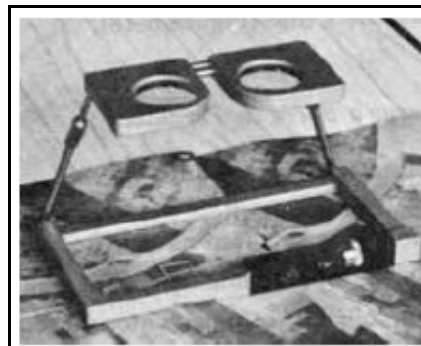


Figura 4 - Exemplo de aparelho estereoscópio

❖ Vídeo Estereoscópico

É a simulação do sistema visual humano por meio de duas câmeras separadas com a mesma distância interocular dos olhos humanos. Cada câmera capta uma imagem na qual é apresentada ao olho correspondente e assim as duas imagens são fundidas pelo cérebro, realizando assim a visão estereoscópica.

Existem dois tipos de configurações e utilização do vídeo estereoscópico (Figura 5):

- a) Câmeras em eixo paralelo;
- b) Câmeras em eixo convergente (*toed-in*).

Na utilização em eixo paralelo, as câmeras são alinhadas de forma que os eixos centrais e suas lentes fiquem paralelamente uma a outra. Na utilização em eixo convergente, as câmeras são rotacionadas para que seus eixos sejam convergidos para um ponto do plano em observação.

Para a utilização dos dois tipos de câmeras é necessário que ambas estejam a uma distância de aproximadamente 65 milímetros entre os eixos para obter de forma mais realista a sensação de estereoscopia [Kirner e Tori, 2004].

A utilização de câmeras em eixo convergente pode ocorrer o efeito de paralaxe vertical, conhecido também como distorção *Keystone*, conforme é mostrado na Figura 6. Esse efeito é um desalinhamento vertical dos pontos das imagens esquerda e direita, mostrando assim as imagens em perspectivas diferentes na cena. Esse efeito é indesejado pelo fato de ser um desconforto ao observador.

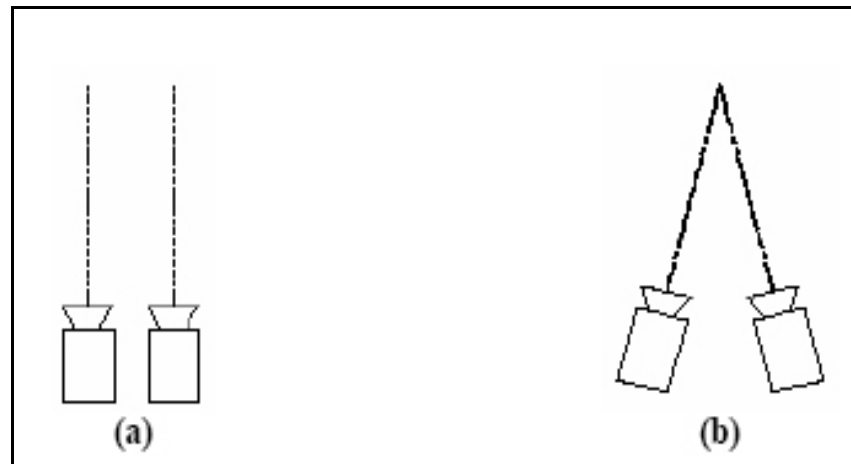


Figura 5 - Configuração de Câmeras: a) Câmeras em Eixo Paralelo e b) Câmeras em Eixo Convergente (toed-in) [Johanson, 2001 in Kirner e Tori, 2004]

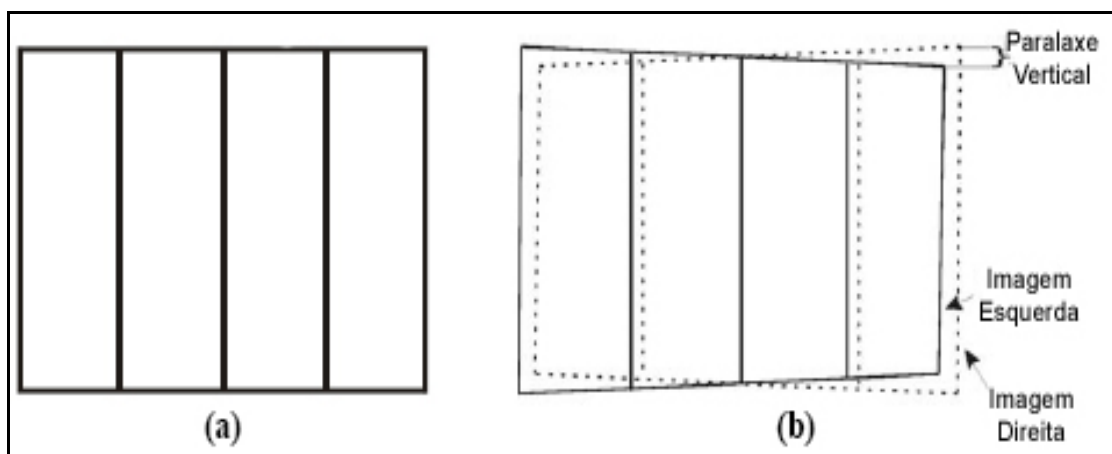


Figura 6 - Paralaxe Vertical causada por Distorção Keystone: a) Imagem Original e b) Visão do olho esquerdo e direito sobrepostas [Lacotte, 1995 in [Kirner e Tori, 2004]]

❖ Polarização da luz ou Projeção Polarizada

Nessa técnica são utilizados filtros polarizadores, que fazem com que as imagens projetadas do par estereoscópico sejam polarizadas em planos ortogonais, geralmente planos verticais e horizontais. Um exemplo dessa técnica é a utilização de dois projetores com filtros

polarizados localizados a frente de suas lentes, onde cada projetor gera uma imagem para cada olho (Figura 7). Cada filtro é rotacionado de forma que a polarização da luz tenha orientações defasadas de 90° [Kirner e Tori, 2004]. O usuário também utiliza óculos com filtros polarizados com as mesmas orientações dos filtros dos projetores. A imagem projetada pelos projetores é realizada em uma tela prateada que preserva a polarização da luz na reflexão, fazendo com que cada olho veja apenas a imagem projetada por um dos projetores.

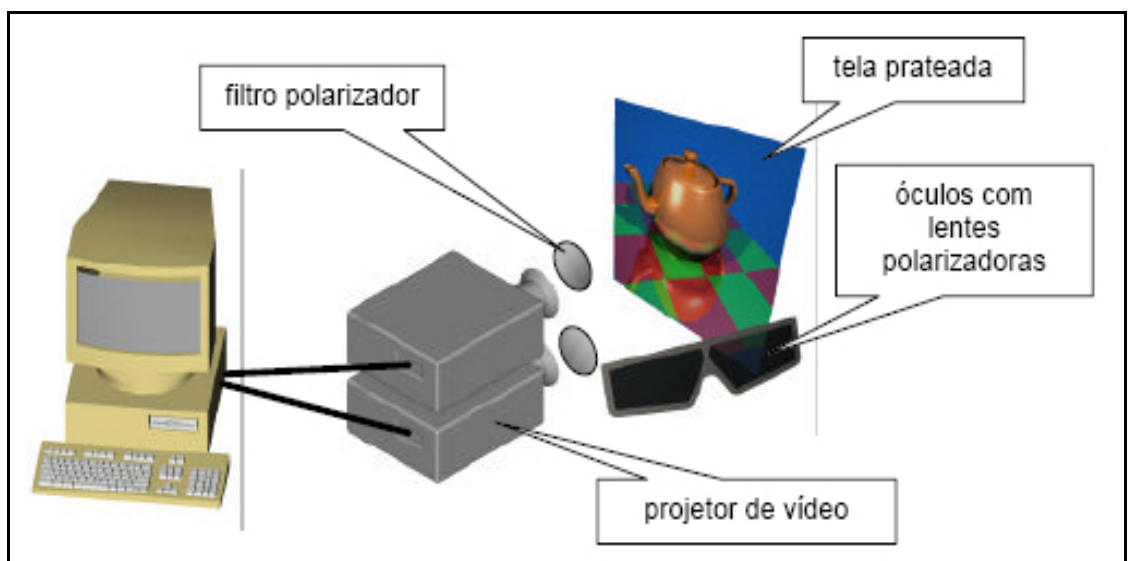


Figura 7 - Projeção polarizada [Santos, 2005]

❖ Anaglifo

É a técnica que consiste na sobreposição de cores complementares, vermelho e verde ou vermelho e azul esverdeado, às figuras planas que são fundidas pelo cérebro em uma única imagem tridimensional com o auxílio de óculos filtros (Figura 8).

A vantagem de se usar essa técnica é o seu baixo custo, pois os óculos filtros são confeccionados facilmente, pode ser impressa e necessita de um projetor ou monitor simples.

A desvantagem está na perda de qualidade que a sobreposição de cores impõe.

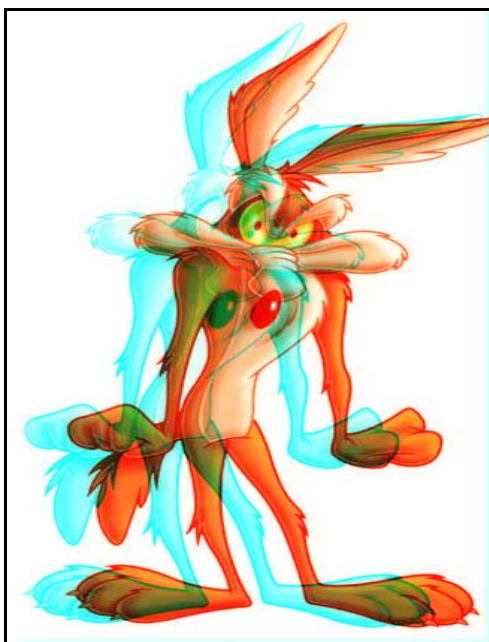


Figura 8 - Exemplo de uma imagem anaglifo

❖ Óculos obturadores sincronizados

Nessa técnica o usuário ao observar a tela de um computador deve utilizar um par de óculos especiais, cujas lentes são de cristal líquido (Figura 9). Essas lentes podem ficar transparentes ou opacas instantaneamente por meio de um controle eletrônico. Esse controle se dá através da sincronização com o sinal de sincronismo vertical do sinal do vídeo de forma a deixar opaca a lente esquerda e transparente a lente direita quando estiver sendo exibido na tela o quadro referente ao olho direito e vice versa [Kirner e Tori, 2004].



Figura 9 - Exemplo de um óculos obturador sincronizado

CAPÍTULO 3 - CONCEITOS DE PARALAXE

Existem diferenças entre imagens formadas nas retinas de cada olho quando estas são sobrepostas. Tal diferença é na posição horizontal, pois os olhos estão separados por uma distância aproximada em 65 milímetros. Essa separação entre os olhos é conhecida como disparidade de retina.

A paralaxe é a distância entre os pontos correspondentes das imagens do olho direito e esquerdo na imagem projetada na tela, ou seja, a paralaxe é medida na tela do computador (Raposo et al., 2005).

A paralaxe produz a disparidade, ou seja, a distância dos pontos correspondentes das imagens de cada olho é medida na retina. Então a paralaxe produz a disparidade que por sua vez produz uma imagem em estéreo. A disparidade é zero para os objetos onde os olhos se convergem.

Existem três tipos de paralaxe: paralaxe zero, paralaxe negativa e paralaxe positiva (Figura 10).

A paralaxe zero, conhecida como *ZPS (Zero Parallax Setting)*, é quando o objeto se encontra no mesmo plano com a mesma projeção para os dois olhos.

A negativa é a sensação do objeto estar saltado da tela. Tal sensação é dada pelo cruzamento dos raios de projeção antes do plano de projeção.

E a paralaxe positiva é a sensação do objeto estar atrás do plano de projeção. Tal sensação é dada pelo cruzamento dos raios de projeção atrás do plano de projeção.

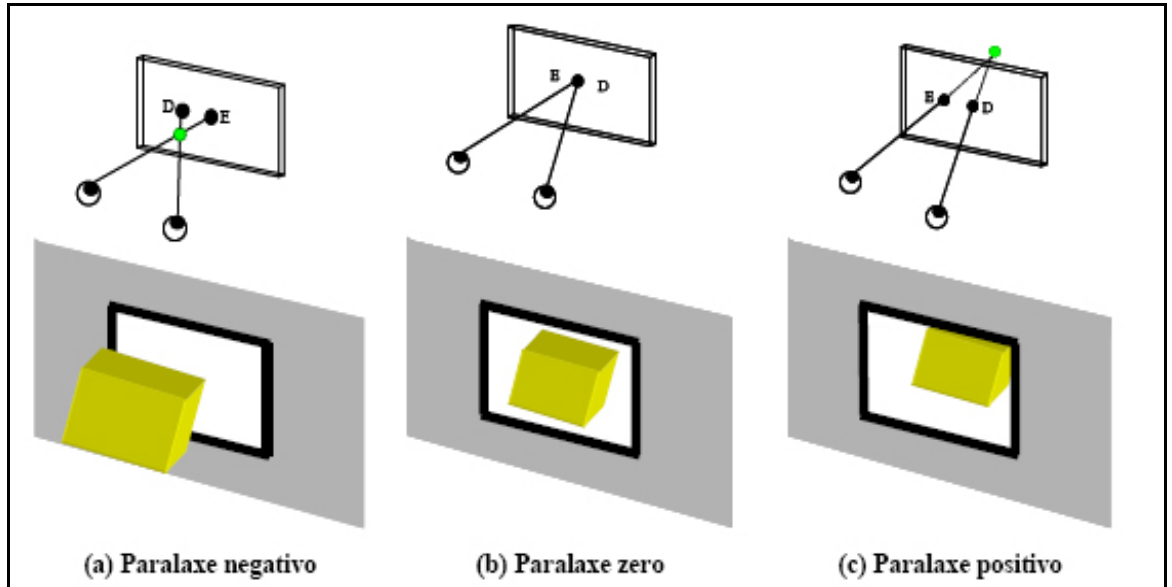


Figura 10 - Tipos de Paralaxe [Kirner e Tori, 2004]

Para a paralaxe positiva pode-se encontrar um problema em relação a distância entre os olhos. Se a paralaxe positiva tiver um valor menor, mas próximo a distância entre os olhos, o resultado é considerado ruim (Figura 11). Caso queira posicionar o objeto no infinito esse resultado é desconsiderado. Se a paralaxe positiva tiver um valor maior que a distância entre os olhos, o resultado é considerado como um erro, pois é um caso degenerado, causando assim a divergência dos olhos do observador [Kirner e Tori, 2004].

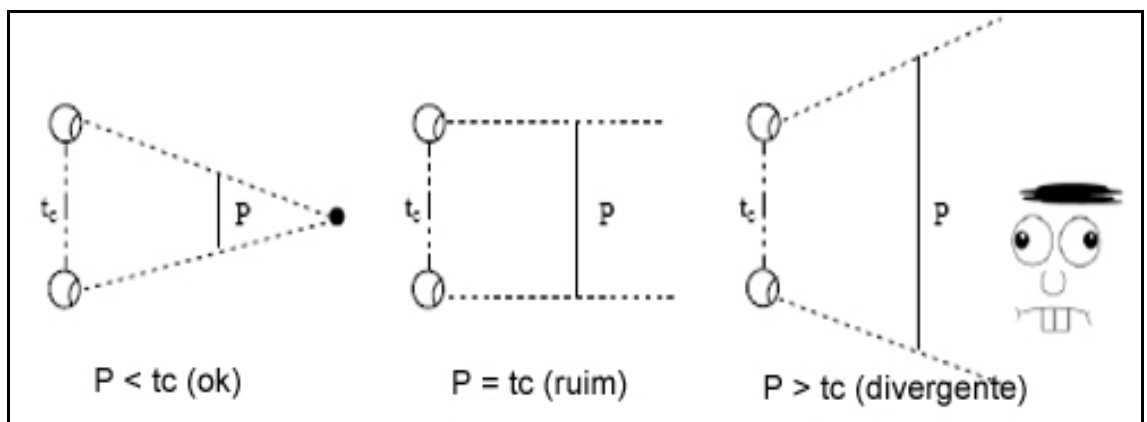


Figura 11 - Problemas com paralaxe positiva [Kirner e Tori, 2004]

Um fator importante que deve ser levado em consideração entre a paralaxe positiva e negativa é a distância do observador em relação à tela ou plano de projeção (Figura 12). Quanto maior for essa distância, maior será o efeito estereoscópico.

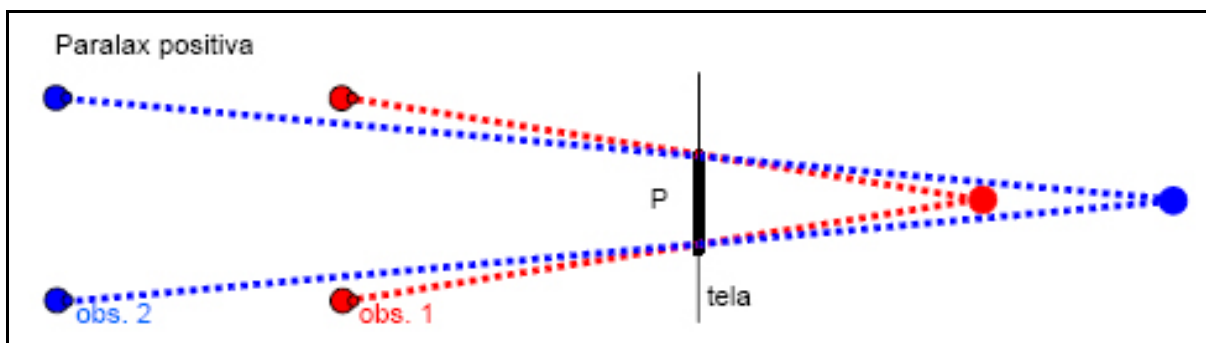


Figura 12 - Efeito estereoscópico com paralaxe positiva com distâncias diferentes do observador à tela [Kirner e Tori, 2004]

A distância entre os olhos também é um fator que influencia a paralaxe, pois quanto maior for a distância entre os olhos, maior será a paralaxe e conseqüentemente será maior o efeito estereoscópico.

3.1 Controle de Paralaxe

Um grande desafio da estereoscopia é gerar maior efeito de profundidade com menor valor de paralaxe devido ao espaço físico limitado da tela e distância máxima que um ambiente comporta para os observadores (Kirner e Tori, 2004).

Isso pode ser feito através da redução da distância interaxial. Quanto maior essa distância, maior é a sensação de profundidade.

A paralaxe pode ser descrita também em termos de ângulo de observação [StereoGraphics, 1997]. Se a projeção de um ponto dos olhos esquerdo e direito aparecerem separadamente a P centímetros, e os olhos do observador estarem a d centímetros da tela, então o ângulo de paralaxe é dado pela fórmula:

$$\beta = 2 \arctang \frac{P}{2d}$$

Podemos encontrar além desta fórmula, outras definições de fórmulas para o ângulo de paralaxe.

Segundo Bourke (1999) “uma medida comum do o ângulo de paralaxe é definido como $\theta = 2 \operatorname{atan}(DX / 2d)$ onde DX é a separação horizontal de um ponto projetado entre os dois olhos e d é a distância do olho ao plano de projeção”, conforme é mostrado na Figura 13.

Caso o plano de projeção seja um monitor de um computador a distância dos olhos ao plano de projeção normalmente aplicada é de 60 centímetros [Kirner e Tori, 2004].

Em geral o ângulo de paralaxe, ou valor de paralaxe, obtido pelas fórmulas não devem exceder a $1,5^\circ$, ou seja, 12 milímetros [StereoGraphics, 1997].

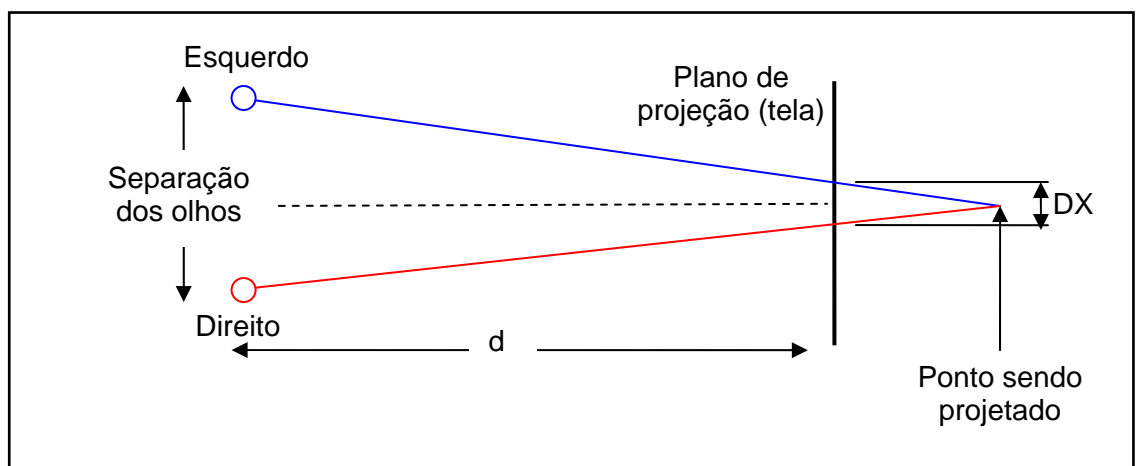


Figura 13 - Esquema de controle de paralaxe positiva [Bourke, 1999]

3.2 Acomodação e Convergência

Acomodação e Convergência é um relacionamento onde os olhos focalizam uma imagem no mundo real e ao mesmo tempo se convergem a essa imagem localizada a uma certa distância [StereoGraphics, 1997]. A partir da focalização (acomodação) e a convergência dos olhos, o cérebro faz a fusão das imagens capturadas pelos olhos resultando em apenas uma imagem com a sensação de profundidade [Kirner e Tori, 2004].

Vários músculos são responsáveis por controlar a acomodação e a convergência.

Quando a acomodação e convergência sobre uma imagem são realizadas em um plano de projeção, um monitor, por exemplo, os olhos são acomodados sobre esse plano e a convergência é realizada de acordo com a paralaxe dos olhos.

Por isso, algumas pessoas podem visualizar a imagem apresentada com um certo desconforto. Para minimizar o desconforto causado, o plano de convergência deve ser posicionado no plano de projeção ou monitor [Kirner e Tori, 2004].

3.3 Efeito Crosstalk

O efeito Crosstalk é originado em dispositivos de apresentação, monitores, óculos obturados sincronizados, que apresentem alguma falha durante a apresentação das imagens ou sejam usados de forma incorreta.

O efeito Crosstalk, conforme é mostrado na Figura 14, é um problema onde o olho vê sua respectiva imagem, mais uma sobreposição da imagem referente ao outro olho. Um termo usado para descrever o efeito Crosstalk é chamado de *ghosting* (fantasma) [Kirner e Tori, 2004].

Esse defeito não impede a visualização estereoscópica, mas causa desconforto visual ao observador [Lacote, 1995; in [Kirner, 2004; Tori, 2004]].

Para a percepção de um “fantasma” em uma imagem é importante avaliar alguns aspectos da imagem como o brilho, cor, contraste e a paralaxe [StereoGraphics, 1997]. O valor de paralaxe é um fator importante no surgimento do efeito Crosstalk, pois se uma imagem tiver um valor de paralaxe alto, a imagem será apresentada com mais “fantasmas” do que uma imagem com um valor de paralaxe menor.

Para reduzir o problema de aparecimento de “fantasmas” é sugerido que se reduza o canal de cor verde na imagem [StereoGraphics, 1997; Poel, 2003].

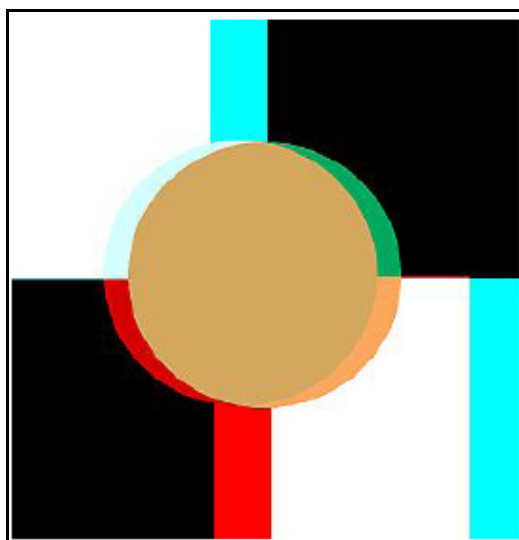


Figura 14 - Efeito Crosstalk - "Fantasma" [Poel, 2003]

CAPÍTULO 4 - A GERAÇÃO DE ANAGLIFOS

Nesse capítulo será abordada a técnica de anaglifos bem como a descrição de alguns algoritmos para a determinação da cor do *pixel* no anaglifo.

Como visto anteriormente, a técnica de anaglifo consiste na sobreposição de cores complementares, vermelho e verde ou vermelho e azul esverdeado, que fazem com que o cérebro interprete a imagem como uma única imagem tridimensional.

Essa interpretação se dá com o auxílio de óculos filtros de cores diferentes para cada olho (Figura 15), possibilitando o observador visualizar a imagem de forma tridimensional.



Figura 15 - Óculos filtros de cores diferentes para cada olho

Os filtros dos óculos são projetados de forma que a lente do olho esquerdo bloqueie combinações de cor vermelha e a do olho direito bloqueie combinações de cor azul e verde.

A criação de um anaglifo se dá principalmente a partir de um par estéreo de imagens.

É importante ter em mente que os dispositivos de exibição de imagens trabalham no sistema de cor RGB (*red, green, blue*), ou seja, sistema de cor vermelha, verde e azul. Portanto, quando se diz que um determinado filtro bloqueou a cor vermelha do anaglifo, isso corresponde ao bloqueio do canal R (cor vermelho) do sistema RGB.

As cores visíveis por um filtro depende da função de transmissão $f(\lambda)$ do filtro. A função f especifica as porcentagens de cada comprimento de onda visível λ transmitidas ao filtro. O produto da distribuição espectral do fósforo com a função de transmissão dá uma distribuição espectral do fósforo como visto através do filtro. A matriz A_l para o olho esquerdo e A_r para o olho direito converte as cores filtradas resultando as coordenadas do CIE [Sanders e McAllister, 2005]. Conforme a Figura 16 a matriz A_l e A_r para os óculos vermelho/azul são:

$$A_l = \begin{bmatrix} 5.42327 & .807004 & .047325 \\ 2.70972 & .50201 & .0250529 \\ .000055094 & .000411221 & .00240686 \end{bmatrix}, A_r = \begin{bmatrix} .180431 & 1.6395 & 2.00309 \\ .448214 & 6.31551 & 1.35757 \\ .289201 & 2.3925 & 11.062 \end{bmatrix}$$

Figura 16 - Matrizes de conversão dos filtros

4.1 Algoritmos

A seguir é apresentada a descrição de alguns algoritmos para determinar a cor do *pixel* nas imagens em anaglifos, como é o caso dos algoritmos de *Photoshop*, Ponto Central e de Dubois.

❖ Algoritmo de Photoshop

No algoritmo original de Photoshop (PS) o canal vermelho da visão do olho esquerdo se torna o canal vermelho do anaglifo e vice-versa para os canais azuis e verdes do olho direito. Isto é equivalente a projetar (computando a menor aproximação de quadrados) o ponto RGB do olho esquerdo ao eixo vermelho do cubo RGB (fixando o canal G (verde) e B (azul) para zero) e o olho direito apontar para o plano RGB de GB (fixando o canal R (vermelho) para zero), conforme é mostrado na Figura 17. Os dois vetores resultantes são somados para computar a cor do *pixel* no anaglifo. Este método é linear [Sanders e McAllister, 2005]. A matriz B é mostrada na Figura 18.

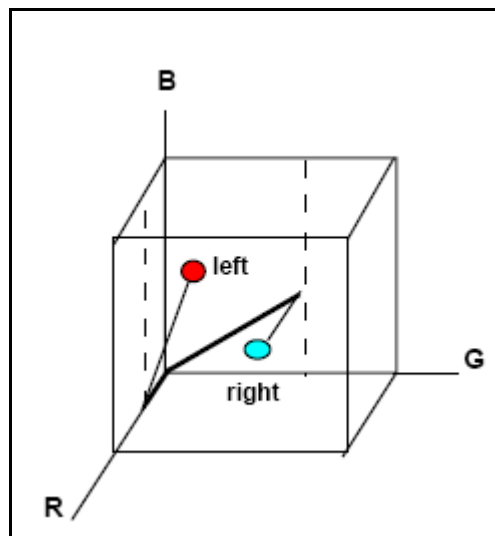


Figura 17 - Projeção do algoritmo de Photoshop [Sanders e McAllister, 2005]

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Figura 18 - Matriz B (Algoritmo Photoshop) [Sanders e McAllister, 2005]

❖ Algoritmo de Ponto Central

O algoritmo de Ponto Central realiza um cálculo em um espaço uniforme onde um ponto P minimiza a soma das distâncias entre transformações de filtros do olho esquerdo e valores de cor filtrados do olho direito a um *pixel*. O ponto central de ligação a duas cores minimiza esta soma [Sanders e McAllister, 2005].

❖ Algoritmo de Dubois

O algoritmo de Dubois sugere a projeção de quadrados menores em um vetor R_6 para o subespaço tridimensional (3D) atravessado por 6 colunas dimensionais divididas em uma matriz 6×3 em que o vetor R é definido conforme é mostrado na Figura 19 e o vetor D onde a matriz C é a matriz de conversão RGB-CIE, ambos os vetores são mostrados na Figura 19.

$$R = \begin{bmatrix} A_l \\ A_r \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} C & 0 \\ 0 & C \end{bmatrix} v$$

Figura 19 - Definição dos vetores do algoritmo de Dubois

A projeção minimiza o comprimento Euclidiano do vetor $R[r,g,b]^T - D$, e é a menor aproximação de quadrados ou projeção.

O algoritmo também usa escalamento de uma matriz diagonal N como no método de ponto central. O mapa linear de R6 para R3 é então $[r,g,b]^T = N(R^T R)^{-1} R^T D$ [Sanders e McAllister, 2005]. A matriz B é mostrada na Figura 20.

$$B = \begin{bmatrix} 0.4561 & .500484 & .176381 & -.0434706 & -.0879388 & -0.00155529 \\ -.0400822 & -.0378246 & -.0157589 & .378476 & .73364 & -.0184503 \\ -.0152161 & -.0205971 & -.0054856 & -.0721527 & -.112961 & 1.2264 \end{bmatrix}$$

Figura 20 - Matriz B (Algoritmo Dubois)

CAPÍTULO 5 - SOFTWARES CAPAZES DE GERAR ANAGLIFOS

Nesse capítulo será abordada uma breve descrição dos softwares utilizados no desenvolvimento do web site que dão suporte a técnica de anaglifos. Será descrito o custo, formatos de entrada e saída aceitos, entre outras características, conforme mostrado na Tabela I no final deste capítulo.

Vários softwares foram encontrados na Internet, *3D Slide Projector*, *3D Stereo Image Factory*, *AnaBuilder*, *Anaglyph Maker*, *Fractint*, *StereoMovie Maker*, *StereoPhoto Maker*, *Z-Anaglyph*, etc, porém, no desenvolvimento do web site, foram utilizados três softwares devido a facilidade de uso que os três demonstraram.

Os softwares utilizados foram *Adobe Photoshop* versão 7, *Z-Anaglyph* versão 1.5.3 e o *AnaBuilder* versão 2.32.1.

5.1 Adobe Photoshop versão 7

Desenvolvido e distribuído pela *Adobe Systems Incorporated* (<http://www.adobe.com>), o *Adobe Photoshop* é uma solução comercial para geração e tratamento de imagens digitais, oferece vários recursos para o manuseio, processamento e edição de imagens mais eficiente, além de recursos para desenvolvimento de *sites* para a *web*.

O *Adobe Photoshop* aceita como formatos de entrada e saída os tipos de arquivos gráficos BMP, EPS, GIF, JPEG, TIFF, RTF (arquivos de formato texto), arquivos nativos

Photoshop (PSD), entre outros. Permite várias formas de exibição, sobreposição, saturação, coloração, etc, além de exibir imagens em anaglifos.

Suporta texto e elementos gráficos em camadas aplicáveis, ou seja, o usuário pode trabalhar com um elemento gráfico dividido em várias camadas, suporta o sistema de cores RGB, CMYK, *Grayscale* (escala de cinza) e LAB.

O *Adobe Photoshop* é uma ferramenta comercial, portanto, não é de uso gratuito. No *site* do desenvolvedor é disponibilizada uma versão de avaliação, onde o usuário tem um período de 30 dias de utilização da ferramenta.

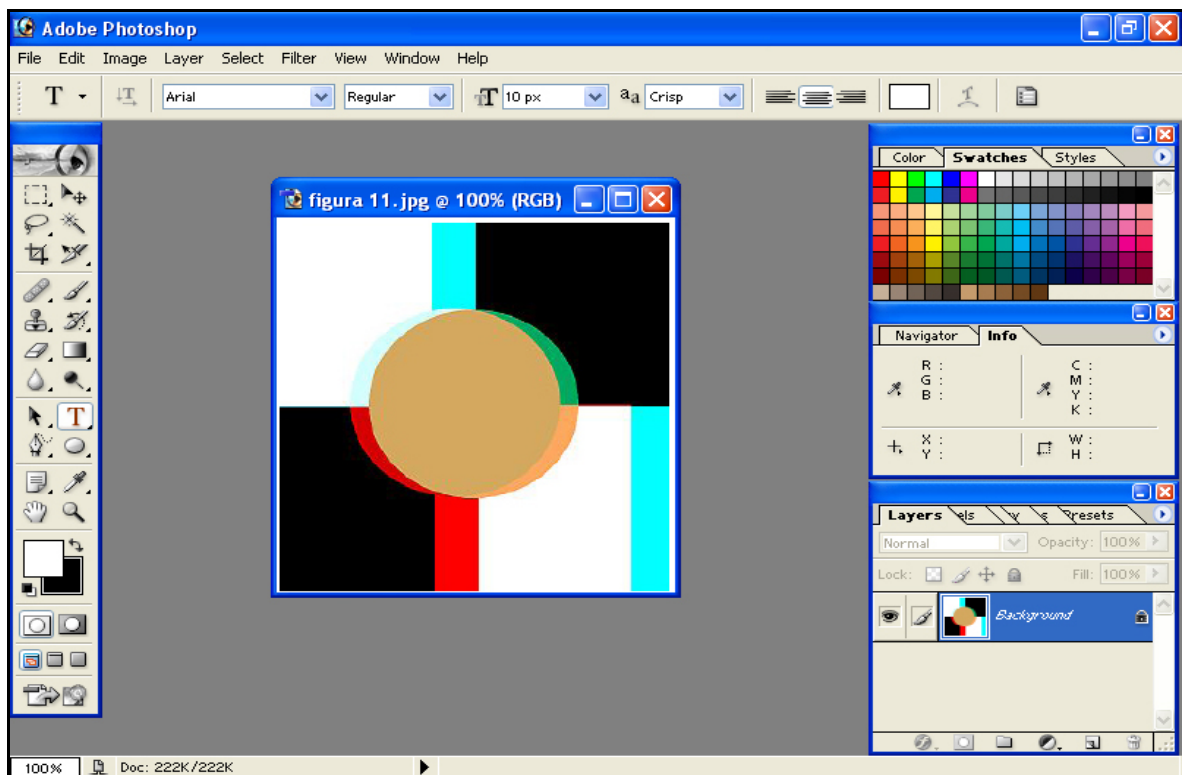


Figura 21 - Photoshop versão 7

5.2 Z-Anaglyph versão 1.5.3

Desenvolvido por *Georges Rosset* (<http://z-graphix.ch>), o *Z-Anaglyph* é uma solução para a geração de imagens com a técnica de anaglifos. A ferramenta aceita como formato de entrada arquivos gráficos JPEG, pois é o tipo de arquivo padrão utilizado pela ferramenta, e seu formato de saída também são arquivos gráficos JPEG, porém é possível salvar em outros formatos gráficos GIF, BMP e PNG.

É uma ferramenta simples de manusear, oferece a possibilidade de configurar o deslocamento horizontal e vertical da imagem gerada, permite exibir somente figuras em anaglifos e sua utilização é gratuita desde que não seja para fins comerciais.

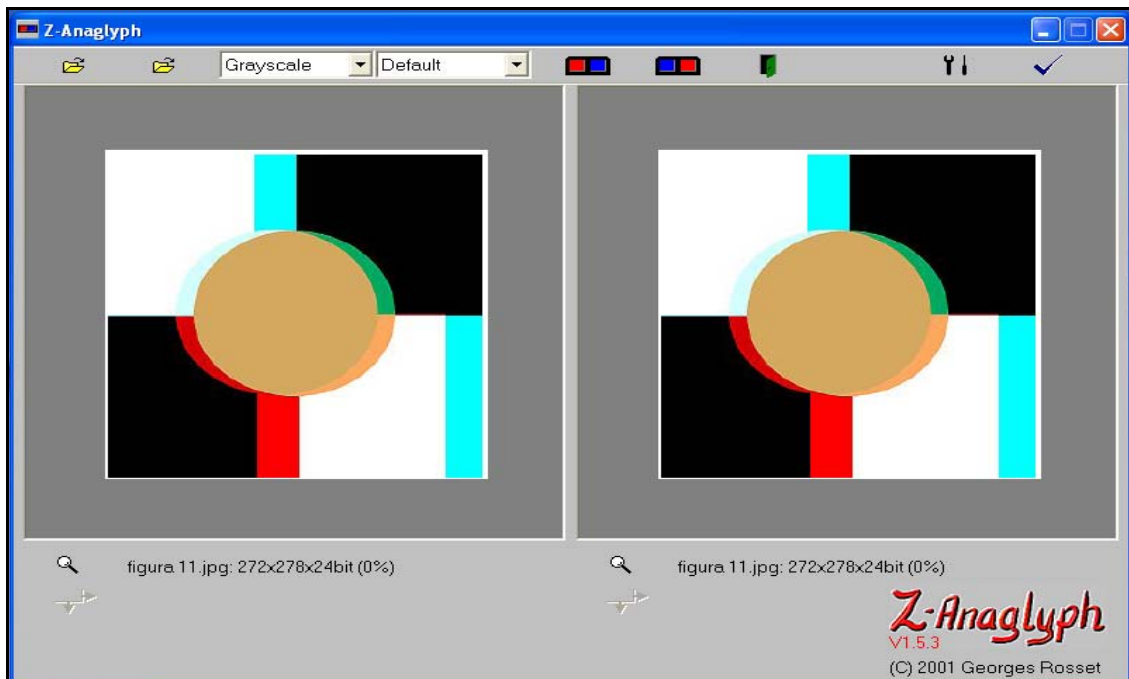


Figura 22 - Z-Anaglyph versão 1.5.3

5.3 AnaBuilder versão 2.32.1

Desenvolvido por *Etienne Monneret & Didier Leboutte* (<http://anabuilder.free.fr>), o *AnaBuilder* é uma solução para a geração e visualização de imagens que utilizam técnicas estereoscópicas como par estereoscópico e anaglifos. O *AnaBuilder* permite exibir imagens em anaglifos, par estereoscópico vertical e horizontal, permite a abertura e manipulação de imagens em anaglifos sem seus respectivos pares estereoscópicos e imagens paralelas. Permite, ainda, salvar imagens em modo anaglifo, em par estereoscópico, imagens paralelas, etc.

A ferramenta aceita como formato de entrada e saída arquivos do tipo GIF, JPEG, TIFF, PNG, PICT, PHOTOSHOP, BMP, TARGA, ICO, CUR, SUNRASTER, DCX, +JPS, +JPEG 2000.

O *AnaBuilder* realiza o controle do efeito *Crosstalk* discutido anteriormente e sua utilização é gratuita desde que não seja para fins comerciais.

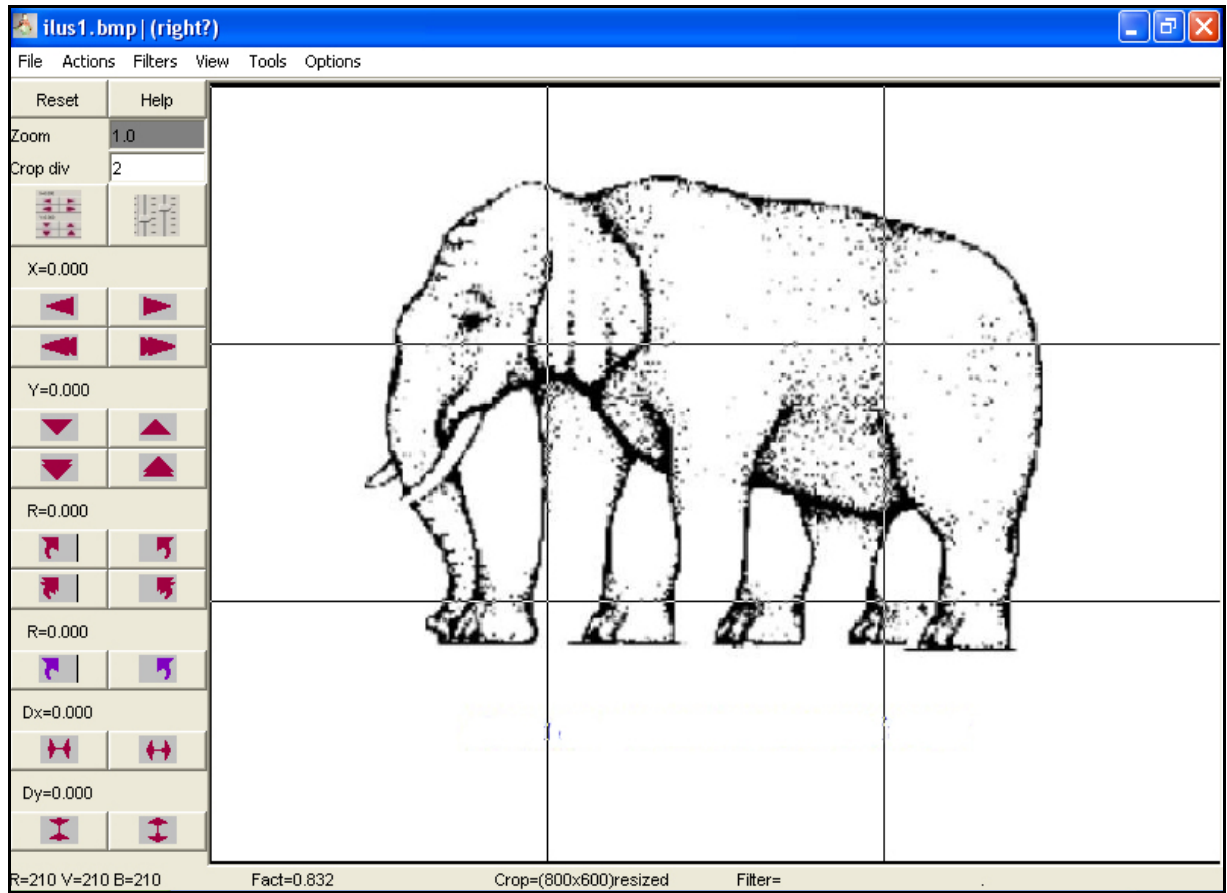


Figura 23 – AnaBuilder versão 2.32.1

A seguir é apresentada uma tabela comparativa das ferramentas utilizadas.

Tabela I - Comparação e características das ferramentas

Ferramentas	Desenvolvedor	Formato		Características	Custo (Gratuito)
		Entrada	Saída		
Adobe Photoshop	<i>Adobe Systems Incorporated</i>	Arquivos gráficos BMP, EPS, GIF, JPEG, TIFF, RTF (Texto), PSD	Arquivos gráficos BMP, EPS, GIF, JPEG, TIFF, RTF (Texto), PSD	Exibe imagens em anaglifos, realiza tratamento de imagens; sistemas de cor RGB, CYMK, <i>Grayscale</i> , etc.	Não (Sob licença)
Z-Anaglyph	Georges Rosset	Arquivos gráficos JPEG (padrão)	Arquivos gráficos JPEG (padrão), GIF, BMP, PNG	Exibe somente imagens em anaglifos; fácil manuseio	Sim (para uso não comercial)
AnaBuilder	Etienne Monneret & Didier Leboutte	Arquivos gráficos GIF, JPEG, TIFF, PNG, PICT, PHOTOSHOP, BMP, TARGA, ICO, CUR, SUNRASTER, XBM, XPM, PCX, DCX, +JPS, +JPEG 2000	Arquivos gráficos GIF, JPEG, TIFF, PNG, PICT, PHOTOSHOP, BMP, TARGA, ICO, CUR, SUNRASTER, XBM, XPM, PCX, DCX, +JPS, +JPEG 2000	Exibe imagens em anaglifos, par estereoscópico, imagens paralelas; realiza controle do efeito <i>Crosstalk</i> .	Sim (para uso não comercial)

CAPÍTULO 6 - DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO WEB SITE

Este capítulo descreve e discute a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho, detalhes da implementação do *web site*, trabalhos relacionados e os resultados obtidos.

6.1 Objetivos

Como mencionado, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um *web site* utilizando estereoscopia por meio da técnica de anaglifos, onde o usuário que estiver utilizando óculos filtros visualizará o conteúdo do *site* com a sensação de profundidade.

6.2 Metodologia

A metodologia aplicada no desenvolvimento deste trabalho compreende as seguintes etapas:

- ❖ Estudos sobre Estereoscopia;
- ❖ Estudos sobre a técnica de anaglifos;

- ❖ Estudos sobre as ferramentas necessárias;
- ❖ Desenvolvimento do *web site*;

Foi realizado o estudo sobre o conceito de Estereoscopia, conforme discutido no Capítulo 2, seus dispositivos e técnicas para a geração artificial de imagens utilizando tal conceito.

Em seguida foi realizado o estudo sobre a técnica de anaglifos, suas características, formas de visualização, conforme abordado em Capítulos anteriores (Capítulo 2 e 4).

Na seqüência foi realizado um levantamento e estudo de softwares capazes de gerar imagens com a técnica de anaglifos, suas características e facilidade de utilização (Capítulo 5).

E por fim, foi desenvolvido o *web site* com o auxílio das ferramentas escolhidas.

6.3 Ambiente de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento e testes no *web site*, foram utilizados dois computadores com configurações distintas de *hardware* e *software*, um composto por processador Pentium 4 de 3.0 GHz HT, 256 MB de memória RAM, sistema operacional *Microsoft Windows XP* e o outro composto por processador Pentium 4 de 2.8 GHz, 512 MB de memória RAM, também sistema operacional *Microsoft Windows XP*.

A utilização do primeiro se refere a um computador pessoal, onde foi instalado as ferramentas gratuitas *Z-Anaglyph* e *AnaBuilder*. O segundo computador mencionado foi em

razão de pertencer ao Univem e possuir uma cópia licenciada da ferramenta *Adobe Photoshop*.

6.4 Análise das Imagens Geradas

Para o desenvolvimento do *web site*, levou-se em consideração a facilidade de utilização, recursos e a qualidade das imagens geradas pelas ferramentas utilizadas. Essas características foram importantes na escolha dos três tipos de ferramentas escolhidas (Capítulo 5).

Como mencionado em Capítulos anteriores, as imagens em anaglifos são formadas pela junção de um par estereoscópico, aplicando a essa junção um deslocamento horizontal para que as cores complementares sejam sobrepostas a imagem.

Na geração das imagens por meio da ferramenta *Z-Anaglyph*, ao se aplicar o deslocamento, foi constatado o aparecimento de bordas laterais nas quais afetam a qualidade da imagem (Figura 24).

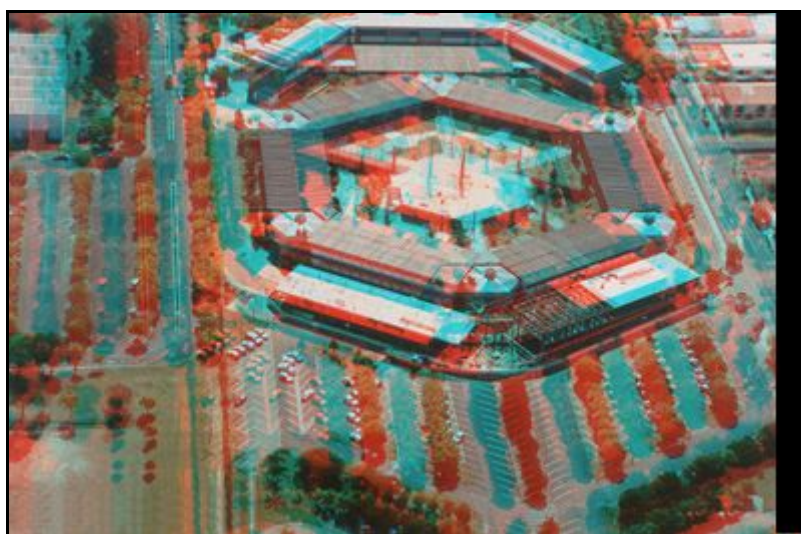


Figura 24 - Aparecimento de borda extra utilizando a ferramenta *Z-Anaglyph*

Quanto maior o deslocamento, maior será a borda lateral presente na imagem. A solução encontrada para este problema, foi retirar essa borda com o auxílio da ferramenta *Adobe Photoshop*, pois o *Z-Anaglyph* não oferece o recurso para a retirada de bordas.

As ferramentas *AnaBuilder* e *Adobe Photoshop* oferecem recursos para retirar bordas extras, porém, tal recurso no *AnaBuilder* é satisfatório desde que o deslocamento seja pequeno, caso o deslocamento seja muito grande nota-se o aparecimento de “fantasmas”, ou seja, surgimento do efeito *Crosstalk* (Figura 25).

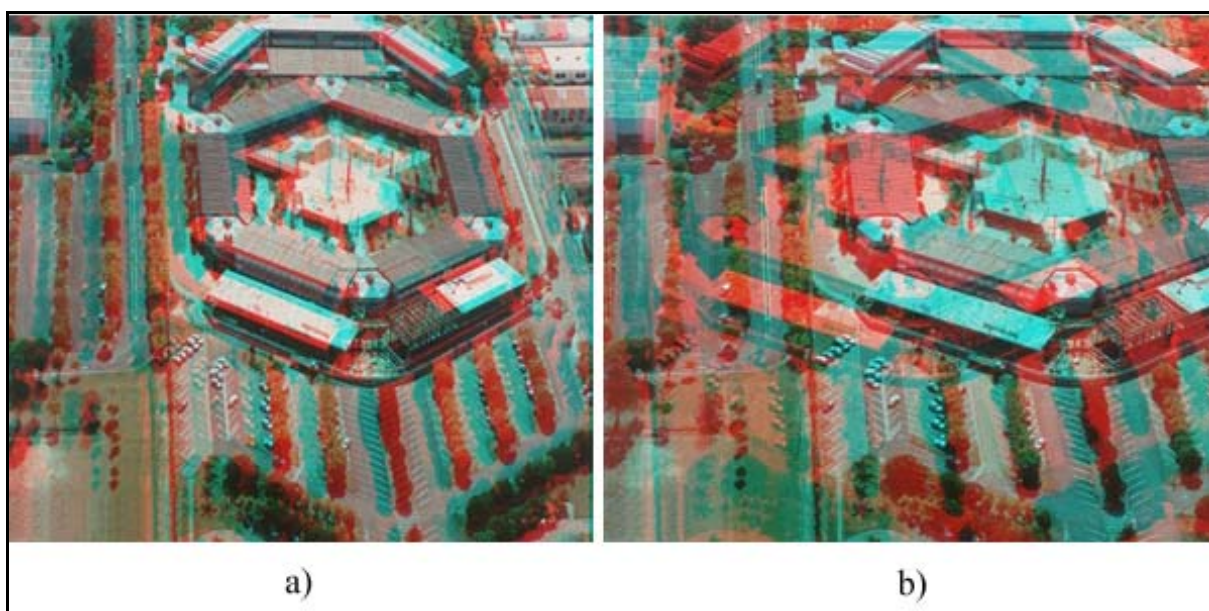


Figura 25 - Controle de bordas: a) Valor de deslocamento pequeno e b) Valor de deslocamento muito grande (Efeito Crosstalk)

Note que na Figura 25, a imagem “b” mostra uma imagem incompleta na sua lateral direita se comparada à imagem “a”, ou seja, o aparecimento de bordas afeta a composição da imagem se comparada a original.

Durante a geração dos anaglifos por meio das ferramentas, a maior dificuldade foi em relação aos conceitos de Paralaxe, pois nenhuma ferramenta proporcionou no momento

em que as figuras eram geradas um modo de determinar que tal figura pudesse ser visualizada com algum dos três tipos de paralaxe discutidos anteriormente.

6.5 Trabalhos Relacionados

Durante os estudos, foram consultados alguns *web site* que se utilizam de anaglifos e portanto, seguem o mesmo propósito deste trabalho. Os *web site* visitados foram:

- <http://www.d3.com>. No *d3.com* o usuário encontra uma introdução sobre a terceira dimensão (3D) e uma galeria de imagens em anaglifos de diversos temas.
- <http://www.fatorz.com.br>. A *Fator Z* é uma agência de estudos e projetos tridimensionais criada e direcionada para dar visibilidade arrojada a projetos visuais, utilizando-se de suportes como impressos, folders, revistas, *sites* ou exposições, etc. Aborda alguns conceitos sobre a terceira dimensão e possui algumas imagens em anaglifos.
- <http://www.stereoeye.jp>. É um *site* onde o usuário encontrará galerias de imagens anaglifos, informações sobre visualização de imagens anaglifos e softwares para *download*.
- <http://www.colorstereo.com.br>. O usuário encontrará informações sobre pares estereoscópicos e anaglifos, informações sobre softwares além de uma galeria de imagens em anaglifos e em pares estereoscópicos.
- <http://www.stereoscopy.com>. É um *site* repleto de informações sobre a estereoscopia, possui *links* para outros *sites* que discutem a estereoscopia, possui uma lista de softwares para *download*, notícias sobre eventos na área tridimensional, entre outras.

6.6 Resultados Obtidos

Na Figura 26 é apresentada a estrutura geral do web site desenvolvido (mapa do site), composto por sete módulos: Página Principal, Docentes, Alunos, Projetos, Publicações, Álbum de fotos e Estereoscopia. A seguir é feita uma breve descrição do conteúdo de cada módulo.

- ❖ **Página Principal:** contém informações sobre o grupo de Realidade Virtual do Univem, seus integrantes, pesquisas desenvolvidas pelo grupo, entre outros.
- ❖ **Docentes:** contém informações sobre os docentes do curso de Bacharelado em Ciência da Computação.(Módulo não desenvolvido).
- ❖ **Alunos:** módulo destinado aos alunos do curso de Ciência da Computação, onde pode ser encontrado avisos gerais, material didático e horário de aula. (Módulo não desenvolvido).
- ❖ **Projetos:** contém propostas de projetos do corpo docente do curso de Bacharelado em Ciência da Computação. (Módulo não desenvolvido).
- ❖ **Publicações:** contém informações sobre as publicações do corpo discente do curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Univem, mantida pela Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha. (Módulo não desenvolvido).
- ❖ **Álbum de fotos:** possui uma pequena galeria de imagens em anaglifos do Centro Universitário de Marília – Univem.
- ❖ **Estereoscopia:** nesse módulo o usuário irá encontrar uma breve definição sobre a Estereoscopia e sobre a técnica de anaglifos. Irá encontrar ainda, *links* para outros *sites* relacionados a estereoscopia e à técnica de anaglifos.

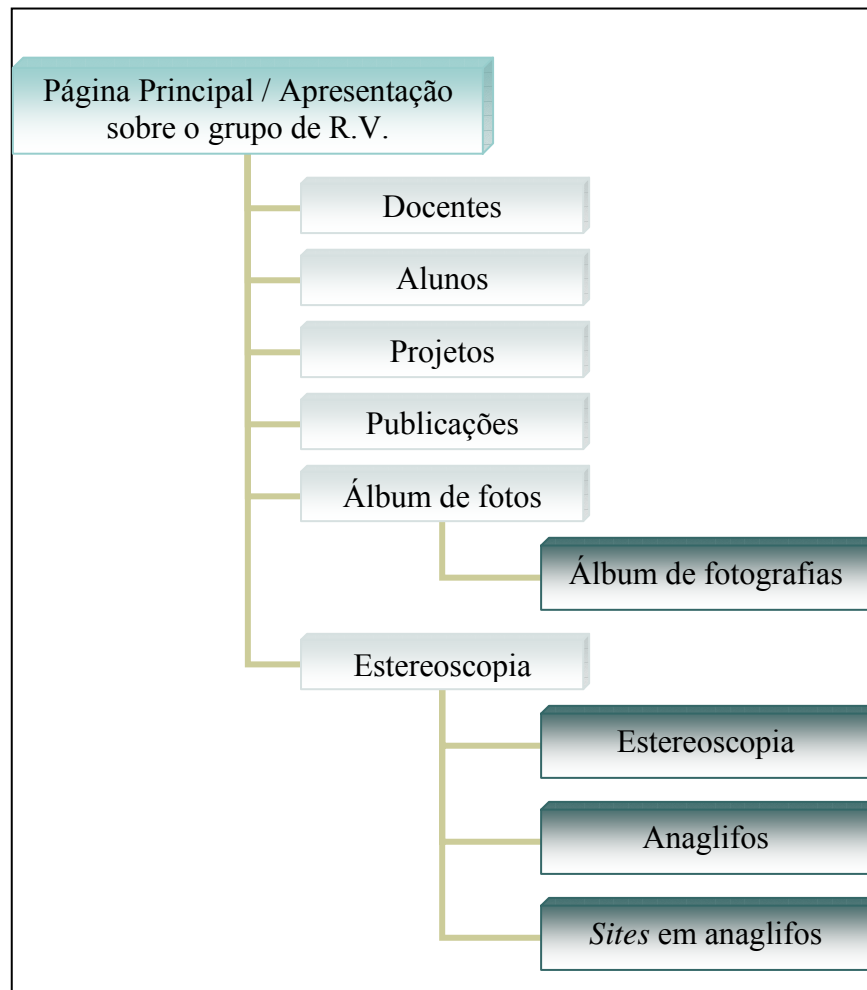


Figura 26 - Mapa do site

Para a implementação do *web site*, cada página foi desenvolvida seguindo um *layout* padrão (Figura 27). A ele foi aplicada a técnica de anaglifo bem como nas imagens que foram utilizadas para a composição do *site*.

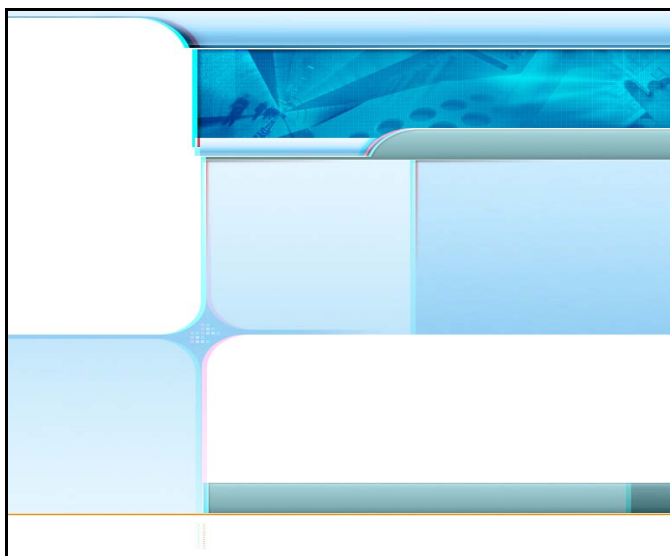


Figura 27 - Layout padrão do web site

A Figura 28 mostra o logotipo do Univem em anaglifo. A ele foi aplicado os efeitos de distorção e de sombreamento para melhorar o efeito visual do logotipo no cabeçalho das páginas.



Figura 28 - Logotipo Univem

O cabeçalho das páginas são compostas pelo logotipo do Univem, um título (Grupo de Realidade Virtual – Univem) e um *link* para a visualização do mapa do site, conforme é mostrado na Figura 29.



Figura 29 - Cabeçalho do web site

A Figura 30 mostra alguns botões de menu em que é apresentado ao usuário o conteúdo da página referente ao botão selecionado.



Figura 30 - Exemplos de botões de menu

Um exemplo de um assunto abordado em uma página, ou seja, seu conteúdo é mostrado na Figura 31.



Figura 31 - Assuntos abordados em uma página (Conteúdo)

Cada página é composta por um rodapé, contendo a localização, telefones, endereço postal e endereço eletrônico (*e-mail*) da Fundação Eurípides Soares da Rocha, conforme é mostrado na Figura 32.

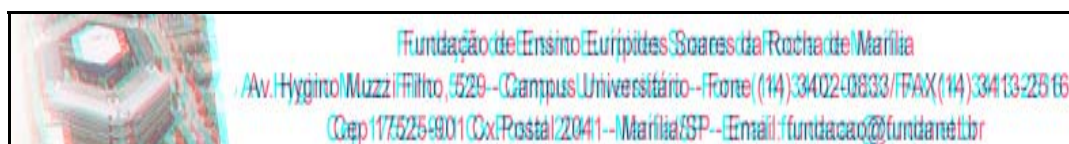


Figura 32 - Rodapé do web site

Após a escolha do *layout* e das figuras em anaglifos, iniciou-se o desenvolvimento do *web site* com o auxílio da ferramenta *Adobe Photoshop*, pois ela oferece recursos voltados ao desenvolvimento de páginas para a *web*, ligação entre as páginas (*links*), conversão para formatos *web* (HTML), etc.

As páginas consistem principalmente na sobreposição de imagens ao *layout* padrão (Figura 33).



Figura 33 - Exemplo de uma página completa

Conforme a Figura 33, todas as outras páginas seguem o mesmo tipo de *layout*, mas cada uma com conteúdo diferente.

CONCLUSÕES

O Capítulo final deste trabalho destaca alguns aspectos gerais importantes do trabalho, tais como a geração de imagens em anaglifos e a viabilidade do projeto.

A geração de anaglifos por meio de *softwares* é simples, porém, um bom anaglifo não deve apresentar efeitos indesejáveis, *Crosstalk*, Acomodação/Convergência e Paralaxe, quanto à sua visualização.

De acordo com os resultados obtidos, a técnica de anaglifo demonstrou ser viável para o desenvolvimento deste trabalho, pois se trata de uma técnica de baixo custo, visto que a técnica pode ser visualizada em um monitor simples ou ainda de forma impressa e a confecção dos óculos filtros é simples, podendo até mesmo ser encontrados em bancas de jornais. Outro fator importante para o seu baixo custo, é a disponibilização de *softwares* gratuitos na *Internet* capazes de gerar imagens em anaglifos.

Dos *softwares* utilizados neste trabalho, o mais utilizado foi o *Adobe Photoshop*. Ele oferece um controle maior ao se gerar um anaglifo, pois é necessário seguir algumas etapas para gerar um anaglifo (Apêndice A). Essas etapas mostram de forma explícita o que provavelmente ocorre com as outras ferramentas utilizadas durante a geração de anaglifos, já que nas outras ferramentas basta informar o par de imagens (par estereoscópico) para que seja retornando a imagem em anaglifo correspondente, tornando assim um processo implícito.

A técnica de anaglifo não se restringe apenas em imagens estáticas, recentemente a indústria do cinema lançou um filme usando anaglifos, demonstrando assim que a técnica pode ser aplicada tanto para o entretenimento como para fins educacionais, pois o anaglifo torna a tarefa de visualizar um objeto de forma tridimensional mais fácil, despertando o interesse e prendendo a atenção do aluno em um determinado assunto.

7.1 Trabalhos Futuros

Uma continuidade para este trabalho seria a complementação dos módulos mencionados em Capítulos anteriores que não foram implementados ainda, como é o caso dos módulos: Docentes, Alunos, Projetos e Publicações.

Outra continuidade seria a pesquisa e desenvolvimento de um módulo onde um usuário pudesse enviar um par de imagens estereoscópicas e a partir do processamento dessas imagens fosse retornado ao usuário uma imagem em anaglifo correspondente ao par estereoscópico informado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. R. **Visão Estéreo – Princípios da Estereoscopia e Fotogrametria**. Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/~visao/1999/aline/index.html>>. Acessado em: 28 mai. 2005.
- BOURKE, P. **Calculating Stereo Pairs**, July, 1999. Disponível em: <<http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/stereographics/stereorender/>>. Acessado em: 13 fev. 2005.
- DATILLIEUX, G. **Digital Stereo Photography and Phantograms**. University of Manitoba, April, 2005. Disponível em: <<http://www.cs.umanitoba.ca/~gedetil/3d/stereo-photo.pdf>>. Acessado em: 05 mar. 2005.
- DAUBERT, C. A. **Projecting Anaglyph Stereo onto a Dome**. 25 mar. 2002. Disponível em: <<http://research.csc.ncsu.edu/stereographics/presentation.pdf>>. Acessado em: 02 abr. 2005.
- KIRNER, C. **Apostila do ciclo de palestras de realidade virtual**, Atividade do Projeto AVVIC – CNPq (Protem – CC – fase III) – DC/UFSCar, São Carlos, pp. 1-10, Out., 1996. Disponível em: <http://geocities.yahoo.com.br/interaface/realidade_virtual.htm>. Acessado em: 30 out. 2005.
- KIRNER, C.; TORI, R. **Realidade Virtual: Conceitos e Tendências. Livro do Pré-Simpósio SRV 2004**. São Paulo: Editora Mania de Livro, 2004.
- MACHADO, L. S. **Conceitos Básicos da Realidade Virtual**. São José dos Campos, nov. 1995. Disponível em: <<http://www.lsi.usp.br/~liliane/conceitosrv.html>>. Acessado em: 09 mar. 2005.
- MADEIRA, B. E. **Utilização de anaglifos na visualização de gráficos tridimensionais**. Instituto Militar de Engenharia. Disponível em: <<http://www.de9.ime.eb.br/~madeira/compgraph/anaglifo.pdf>>. Acessado em: 12 fev. 2005.
- PINHO, M. S.; KIRNER, C. Uma introdução à Realidade Virtual. Disponível em: <<http://grv.inf.pucrs.br/Pagina/TutRV/tutrv.htm#sumario2.1>>. Acessado em: 29 out. 2005.
- POEL, F. V. **Chasing ghosts with AnaBuilder**. 21 nov. 2003. Disponível em: <<http://anabuilder.free.fr/indexEN.html>>. Acessado em: 09 abr. 2005.
- RAPOSO, A. B.; SZENBERG, F.; GATTAS, M.; CELES, W. **Estereoscopia**. In: KIRNER, C.; TORI, R. **Realidade Virtual: Conceitos e Tendências. Livro do Pré-Simpósio SRV 2004**. São Paulo: Editora Mania de Livro, 2004.

RAPOSO, A. B.; SZENBERG, F.; GATTAS, M.; CELES, W. **Visão Estereoscópica, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Colaboração**. Rio de Janeiro. Disponível em: <www.tecgraf.puc-rio.br/~mgattass/visao/ppt03/JAI-cap7.pdf>. Acessado em: 27 fev. 2005.

SANDERS, W.; MCALLISTER, D. F. **Producing Anaglyphs from Synthetic Images**. North Carolina State University. Disponível em: <<http://research.csc.ncsu.edu/stereographics/ei03.pdf>>. Acessado em: 12 mar. 2005.

SANTOS, E. T. **Uma proposta para o uso de sistemas estereoscópicos modernos no ensino de geometria descritiva e desenho técnico** (GRAPHICA 2000). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://docentes.pcc.usp.br/toledo/pdf/graphica2000_estereo.pdf>. Acessado em: 19 fev. 2005.

STEREOGRAPHICS CORPORATION. **Developers' Handbook**, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Anaglifos com *Adobe Photoshop* versão 7.

Anaglifos com Adobe Photoshop versão 7.

A seguir será apresentado alguns passos para a geração de imagens em anaglifos utilizando o *software Adobe Photoshop* (Figura 1).

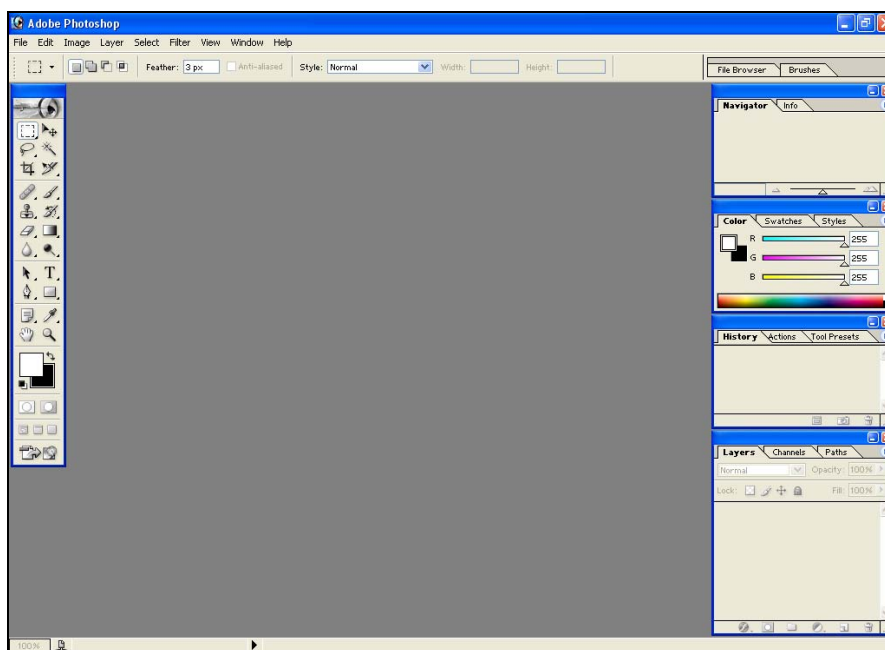


Figura 1 - Visão geral do Adobe Photoshop

Passo 1 - Para fazer um anaglifo é necessário duas imagens ligeiramente diferentes.

A primeira coisa a ser fazer é abrir as duas imagens, ou seja, as imagens referentes ao olho esquerdo e direito (Figura 2).



Figura 2 Abrindo par de imagens

Passo 2 - Após abrir as duas imagens, deverá ser criado um novo documento, para isso selecione a primeira imagem que foi aberta e vá ao menu *Select – All* (Ctrl+A) e copie a imagem através do menu *Edit – Copy* (Ctrl+C). Agora vá até o menu *File – New* (Ctrl+N) e pressione o botão *OK*. O novo arquivo terá as mesmas dimensões do arquivo copiado. Agora cole a imagem no novo documento, para isso vá ao menu *Edit – Paste* (Ctrl+V). A imagem colada é visualizada como uma camada nova (*layer*) e terá o nome de *Layer 1*, conforme é mostrado na Figura 3.

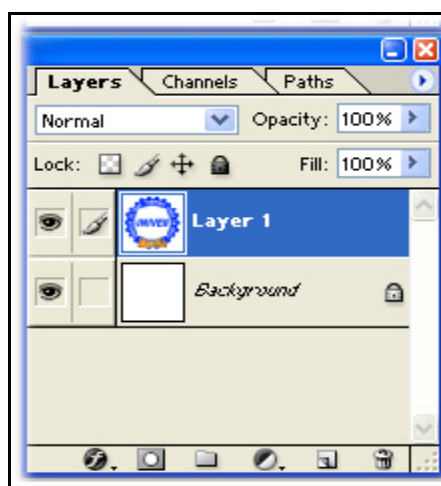


Figura 3 - Camadas (Layers)

Repita novamente Passo 2 para a segunda imagem aberta

Passo 3 – Depois de cumprida a segunda etapa você terá um arquivo com 3 camadas (*layers*), conforme é mostrado na Figura 4.

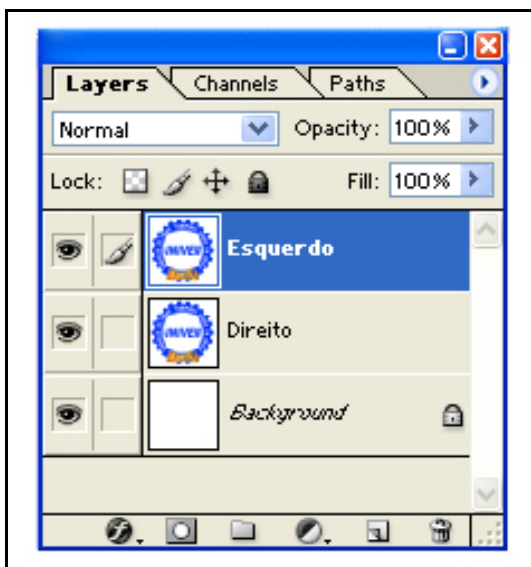


Figura 4 - Arquivo em camadas

Para dar nome a uma camada, basta clicar com o botão direito do mouse sobre a camada (*layer*) desejada e selecionar a opção *Layer Properties*. Em *Name* digite o nome da camada.

Passo 4 – Agora será aplicada o deslocamento horizontal, para isso selecione a camada “Esquerdo” e logo acima das camadas selecione a opção *Opacity* e deslize a barra até que seja mostrado o valor de 50% de opacidade (Figura 5).

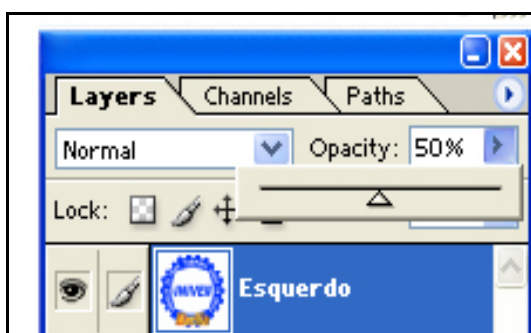


Figura 5 - Configurando opacidade

Nesse momento você poderá ver ambas as imagens ao mesmo tempo e a imagem da camada ligeiramente transparente.


Então na barra *Tools* localize o botão  (*Movement Tool*) e mova a imagem no sentido horizontal (Figura 6), a direção do deslocamento não importa.



Figura 6 - Deslocamento horizontal

Para que o quadro tenha a informação de uma só imagem configure a opacidade (*Opacity*) da camada “Esquerdo” para 100% novamente.


Passo 5 – Durante o deslocamento, há o surgimento de bordas extras indesejadas, pois estas bordas afetam a qualidade da imagem. Então desmarque o “olho”  próximo a camada “Esquerdo” e vá ao menu *Select – Load Selection* e clique em *OK* (Figura 7).



Figura 7 - Bordas extras

Agora vá ao menu *Image – Crop*, isso faz com que a borda seja retirada e as camadas sejam ajustadas automaticamente. Marque novamente o “olho” próximo a camada “Esquerdo”.

Passo 6 – Nesse passo será configurado o nível de cor de cada camada no sistema RGB, ou seja, será feito a retirada das incidências das cores Vermelho, Azul e Verde das camadas correspondentes às lentes dos óculos filtros. A camada “Esquerdo” terá como composição a cor Vermelho puro, ou seja, sem a incidência das cores Azul e Verde. Já a camada “Direito” será composto pela cor Azul e Verde, ou seja, sem a incidência da cor Vermelho.

Então para ajustar o nível de cores selecione a camada “Esquerdo” e vá ao menu *Image – Adjustments – Levels* (Ctrl+L). Na opção *Channel* selecione o canal Verde (Green). Após isso na opção *Output Levels* mude o valor 255 para 0 e clique em *OK* (Figura 8). Ainda com a camada “Esquerdo” selecionado vá novamente ao menu *Image – Adjustments – Levels* (Ctrl+L), selecione o canal Azul (Blue) em *Channel* e em *Output Levels* mude o valor 255 para 0.

Agora selecione a camada “Direito” e vá ao menu *Image – Adjustments – Levels* (Ctrl+L). Na opção *Channel* selecione o canal Vermelho (Red). Após isso na opção *Output Levels* mude o valor 255 para 0 e clique em *OK*.

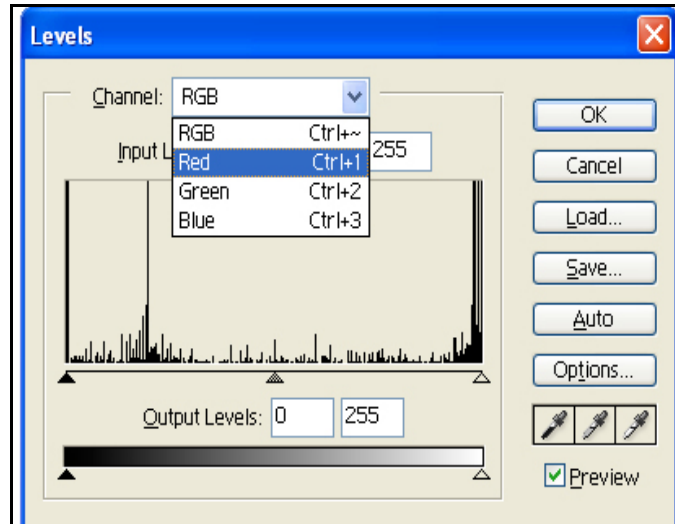


Figura 8 - Ajustando níveis de cores de cada camada

Feito os passos acima você deverá ter a imagem parecida com o da Figura 9.

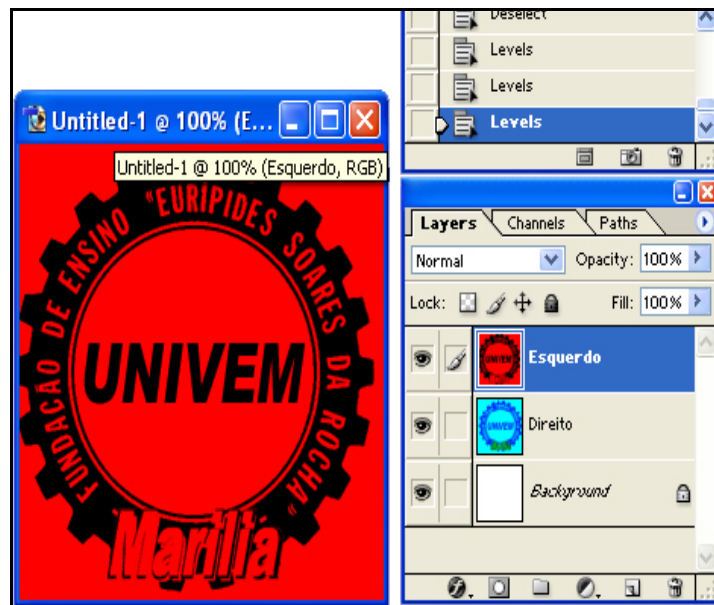


Figura 9 - Camadas com níveis de cores ajustadas

Passo 7 – Agora selecione a camada “Esquerdo” e na opção ao lado do campo *Opacity* onde está escrito *Normal*, selecione a opção *Screen* (Figura 10), isso faz com que a imagem seja exibida com as cores vermelho e azul/verde sobrepostas, ou seja, em anaglifo (Figura 11).

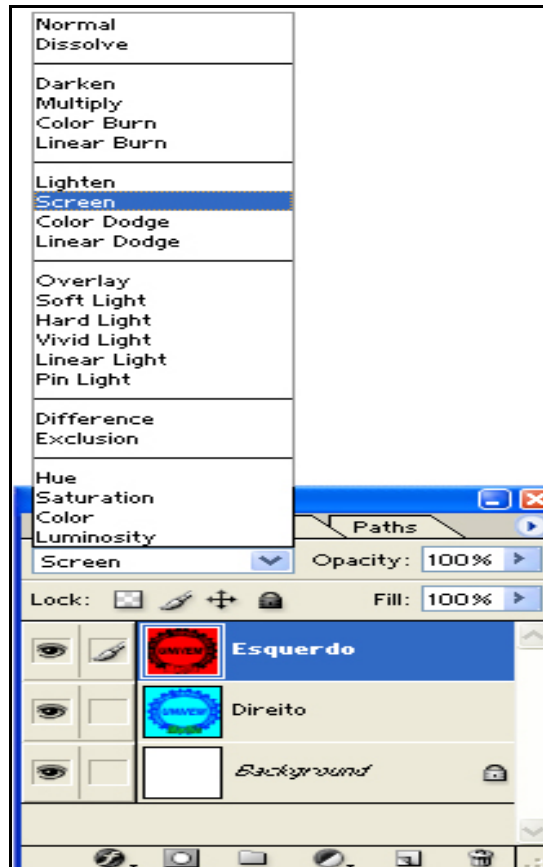


Figura 10 - Configurando o modo de exibição



Figura 11 - Imagem em anaglifo

Para finalizar vá ao menu *File – Save As* e salve a imagem no formato (*Format*) JPEG ou GIF.

ANEXOS

ANEXO A – Faça você mesmo seus óculos filtros

