

Universidade de Brasília
Instituto de Psicologia

ORGANIZAÇÃO ESPACIAL NA PERCEPÇÃO VISUAL DE LUMINOSIDADE

Alexandre José Loureiro Ribeiro

Brasília
2006

Universidade de Brasília
Instituto de Psicologia

ORGANIZAÇÃO ESPACIAL NA PERCEPÇÃO VISUAL DE LUMINOSIDADE

Alexandre José Loureiro Ribeiro

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Psicologia.

Orientação: Profa. Dra. Wânia Cristina de Souza

Brasília, março de 2006

ORGANIZAÇÃO ESPACIAL NA PERCEPÇÃO VISUAL DE LUMINOSIDADE

Dissertação defendida e aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Psicologia, pela banca examinadora formada pelos professores:

Dra. Wânia Cristina de Souza (Presidente)
Instituto de Psicologia – Universidade de Brasília

Dr. Valdir Filgueiras Pessoa (Membro)
Instituto de Ciências Biológicas – Universidade de Brasília

Dra. Rosana Maria Tristão (Membro)
Instituto de Psicologia – Universidade de Brasília

Dra. Maria Ângela Guimarães Feitosa (Suplente)
Instituto de Psicologia – Universidade de Brasília

DEDICATÓRIA

Para meus pais, familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, pela vida maravilhosa que recebi de presente e pelo privilégio de poder vivê-la sempre com paz, amor, saúde e alegria.

Aos meus pais, Ribeiro e Josélia, por todo amor e carinho que sempre me deram, para que eu pudesse me dedicar à realização de todos os meus sonhos e objetivos. Agradeço ainda por todo apoio e incentivo, sem os quais nada seria possível na minha vida.

Ao meu irmão e à minha cunhada, Frederico e Gabriela, que diretamente sempre torceram pelo meu sucesso pessoal e profissional. Torço igualmente pelo sucesso e pela realização de todos os sonhos e objetivos de vocês.

À minha namorada, Fernanda, por todo amor e companheirismo com os quais sempre me apoiou e incentivou na conquista dos meus sonhos e objetivos, pessoais e profissionais. Sua presença em minha vida é motivo de enorme agradecimento e felicidade sem fim.

À Profa. Dra. Wânia Cristina de Souza, minha orientadora, pela disponibilidade, atenção, dedicação e empenho na tarefa de me guiar no universo da Psicologia, mais especificamente no campo da Percepção Visual. Agradeço ainda pela confiança em mim depositada, sem a qual toda essa pesquisa ainda estaria apenas na minha cabeça.

À Profa. Dra. Maria Ângela Feitosa, por sua disponibilidade e apoio em toda a minha caminhada como aluno da pós-graduação do Instituto de Psicologia. Agradeço por todo o suporte e incentivo na minha formação acadêmica e profissional.

À Profa. Dra. Rosana Maria Tristão, pela acessibilidade e disponibilidade com as quais me auxiliou desde o início da minha caminhada como aluno do Mestrado em Psicologia. Agradeço pelo cuidado e pela atenção sempre presentes em seus conselhos e sugestões.

Ao Prof. Dr. Valdir Filgueiras Pessoa, por sua disponibilidade no desenvolvimento desta pesquisa e para integrar a banca avaliadora. Sua acessibilidade e dedicação serão sempre motivos de enorme admiração.

À Profa. Dra. Elenice Seixas Hanna, pelo fundamental e inestimável apoio na montagem e na realização do procedimento experimental. Sem sua boa vontade e confiança esta pesquisa não seria possível.

Aos colegas de grupo de pesquisa, Cássio Zambelli e Ludmila Araújo, pela disponibilidade e colaboração para o desenvolvimento e realização dessa pesquisa. Agradeço pela boa vontade e dedicação com as quais assumiram essa caminhada.

Às amigas Lilian Cherulli e Marina Kohlsdorf, pelo incentivo e apoio desde minha preparação para a seleção até a conclusão do meu curso de Mestrado em Psicologia.

A todos os participantes da pesquisa, pela disponibilidade em relação ao desenvolvimento da ciência e por acreditarem no meu objetivo. Sem eles, este trabalho não teria sido possível.

Aos colegas do curso de pós-graduação em Psicologia, pelo apoio sempre presente.

Finalmente, agradeço à CAPES pelo financiamento da bolsa concedida.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	IV
AGRADECIMENTOS	V
SUMÁRIO	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 A visão	1
1.1.1 O sistema visual humano	1
1.2 Percepção visual	4
1.2.1 Percepção de luminosidade	5
1.2.2 Organização espacial	11
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES	17
3. METODOLOGIA	19
3.1 Participantes	19
3.2 Equipamentos	19
3.3 Delineamento experimental	20
3.3.1 Unidade de medida	20
3.3.2 Estímulos	21
3.3.3 Condições de comparação	22
3.3.4 Procedimento	24
4. RESULTADOS	26
4.1 Análise dos dados	26
5. DISCUSSÃO	39
6. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXO 1	50
ANEXO 2	51

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Contraste simultâneo de luminosidade: o mesmo quadrado cinza parece mais escuro quando observado sobre o fundo claro e mais claro quando observado sobre o fundo escuro (Adaptado: Adelson, 2000). 6
- Figura 2 – (a) Triângulo estruturalista: a percepção do triângulo é resultado da soma das sensações criadas por cada ponto; (b) Triângulo da Gestalt: a percepção do triângulo é resultado da relação dos três pontos entre si (Adaptado: Schiffman, 1995). 12
- Figura 3 – Relação figura-fundo: a área listrada fechada é percebida como figura sobre o fundo branco (Adaptado: Schiffman, 1995). 13
- Figura 4 – Mesmo formado por parte da superfície branca, o quadrado central que se vê na figura parece ser mais brilhante do que o seu fundo (Adaptado: Kanizsa, 1979). 14
- Figura 5 – Contorno subjetivo: o efeito do contorno subjetivo é realçado à medida que se acrescentam mais informações sugerindo a sobreposição de fundo por uma figura central (Adaptado: Schiffman, 1995). 15
- Figura 6 – Foto do local e do equipamento utilizado na realização do experimento. 20
- Figura 7 – Relação de porcentagem na escala de preto utilizada no experimento. 21
- Figura 8 – Exemplos de estímulos utilizados na condição de controle: (d) representa o estímulo padrão criado a partir da combinação de sobreposição entre 2 quadrados, o menor preenchido com 30% de preto e o maior preenchido com 20% de preto; (a, b e c) representam estímulos de comparação desenvolvidos a partir de variações decrescentes nos valores de preenchimento dos quadrados menores, diminuindo na ordem de 3%; e (e, f e g) representam estímulos de comparação desenvolvidos a partir de variações crescentes nos valores de preenchimento dos quadrados menores, aumentando na ordem de 3%. 22
- Figura 9 – Exemplos de estímulos padrões (linha superior) e de seus respectivos estímulos de comparação (linha inferior) nas 4 condições de comparação: coluna (a) condição controle, coluna (b) condição contorno fraco, coluna (c) condição contorno médio e coluna (d) condição contorno forte. 23
- Figura 10 – Exemplo da matriz de escolha de uma das 160 telas apresentadas aos participantes. 24
- Figura 11 – Exemplos da mesma matriz de escolha apresentada nas 2 variações experimentais: (a) matriz de variações crescentes, apresentada aos participantes do grupo mais; e (b) matriz de variações decrescentes, apresentada aos participantes do grupo menos. 25

- Figura 12 – Gráfico e tabela dos resultados obtidos a partir da realização do procedimento experimental: no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior) em cada uma das 4 condições de comparação (A, B, C e D); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias em cada uma das 4 condições de comparação (A, B, C e D). 27
- Figura 13 – Gráfico e tabela dos resultados da condição de comparação *sem contorno* (A): no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo na referida condição de comparação, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias. 29
- Figura 14 – Gráfico e tabela dos resultados da condição de comparação de *contorno fraco* (B): no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo na referida condição de comparação, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias. 30
- Figura 15 – Gráfico e tabela dos resultados da condição de comparação de *contorno médio* (C): no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo na referida condição de comparação, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias. 31
- Figura 16 – Gráfico e tabela dos resultados da condição de comparação de *contorno forte* (D): no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo na referida condição de comparação, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias. 32

Figura 17 – Gráfico de comparação das médias de ajustes apresentados pelos participantes do <i>grupo mais</i> (metade superior do gráfico) e do <i>grupo menos</i> (metade inferior do gráfico) a partir da apresentação das 40 combinações de sobreposição de figura-fundo em cada uma das 4 condições de comparação (A, B, C e D).	33
Figura 18 – Tabela ANOVA e Teste estatístico de Duncan relativos aos resultados apresentados pelos participantes do <i>grupo mais</i> nas 4 condições de comparação dos estímulos.	34
Figura 19 – Tabela ANOVA e Teste estatístico de Duncan relativos aos resultados apresentados pelos participantes do <i>grupo menos</i> nas 4 condições de comparação dos estímulos.	36
Figura 20 – Gráfico do ajuste visual apresentado pelos participantes do <i>grupo mais</i> na análise da relação figura 30% / fundo 70%, em relação às 4 condições de comparação (A, B, C e D).	40

RESUMO

O efeito de contraste simultâneo de luminosidade, resultado da interação espacial entre regiões adjacentes de diferentes características de luminosidade, permanece até hoje sem um consenso em relação ao porque exatamente ele ocorre. A maioria dos modelos teóricos e experimentais desenvolvidos para explicar esse fenômeno geralmente se baseia na análise de mecanismos exclusivamente sensoriais, mas atualmente modelos experimentais mostram que variações físicas na organização espacial dos estímulos visuais podem influenciar diretamente a percepção de luminosidade dos mesmos. Nesse contexto, o presente estudo procurou identificar, de forma geral, a existência de possíveis alterações na percepção visual de luminosidade a partir de variações físicas dos estímulos, com base na organização espacial de figura-fundo criada pela associação dos efeitos ilusórios de contraste simultâneo de luminosidade e de contornos subjetivos. De forma específica, o presente estudo procurou identificar se variações na percepção de luminosidade de uma superfície, criadas pela presença de formações ilusórias de contornos subjetivos e por variações na estrutura física das mesmas, poderiam ser responsáveis por variações de luminosidade na percepção do efeito de contraste simultâneo de luminosidade. Os resultados indicaram que a presença da formação clássica de contornos subjetivos de Kanizsa, quando associado ao efeito de contraste simultâneo de luminosidade, influenciou significativamente a percepção visual de luminosidade dos participantes. Assim, o sistema visual aparentemente utiliza-se de associações complexas entre as características físicas dos estímulos visuais para determinar a forma como os mesmos serão percebidos e interpretados pelo observador.

Palavras-chave: Percepção Visual, Percepção de Luminosidade, Contraste Simultâneo de Luminosidade, Contornos Subjetivos, Organização Espacial, Percepção Figura-Fundo.

ABSTRACT

The effect of simultaneous lightness contrast is a result of the spatial interactions among regions that are close to each other and have different lightness characteristics. Until these days, there is no agreement on the exact reasons why this effect takes place. Most theoretical and experimental models that have been developed to explain this phenomenon are usually based on the analysis of mechanisms that are exclusively sensorial. However, current experimental models show that physical variations on the spatial organization of the visual stimuli can affect their lightness perception directly. Within this context, the present study has attempted to identify, in general, the existence of possible changes in the visual lightness perception as a response to physical variations of the stimuli, based on the spatial organization of the figure-ground generated by the association of the illusory effects of simultaneous lightness contrast and subjective contours. The specific approach of this study was around disclosing if the variations in lightness perception of a surface, generated by the presence of illusive subjective contours and by variations in the physical structure of the surface itself, could be responsible for lightness variations in the perception of the effect of simultaneous lightness contrast. The results have pointed out that the presence of the classical development of Kanizsa's subjective contours, when associated with the effect of simultaneous lightness contrast, has a significant influence on the visual lightness perception of the participants. Thus, the visual system apparently makes use of complex associations among the physical characteristics of the visual stimuli in order to determine how these stimuli will be perceived and interpreted by the observer.

Key words: Visual Perception, Lightness Perception, Simultaneous Lightness Contrast, Subjective Contours, Spatial Organization, Figure-Ground Perception.

1. INTRODUÇÃO

1.1. A visão

A visão é provavelmente o sistema sensorial mais bem estudado, principalmente por fatores técnicos e metodológicos. Com aproximadamente metade do córtex cerebral reservada ao seu processamento, a visão vem sendo pesquisada de forma bastante detalhada, conhecendo-se maiores detalhes sobre seu processamento do que sobre qualquer outro sistema sensorial. A anatomia e as estruturas relacionadas ao sistema visual são razoavelmente acessíveis e, na maioria dos procedimentos experimentais, a estimulação visual bem definida pode ser controlada de forma relativamente precisa. Além disso, outros fatores importantes como, por exemplo, o desenvolvimento de métodos e tecnologias especializadas na análise da funcionalidade do sistema visual tem possibilitado um aprofundamento cada vez maior do conhecimento científico relacionado ao referido sistema.

1.1.1. O sistema visual humano

A visão é um processo muito elaborado e evoluído. Inicialmente, a luz emanada de uma fonte luminosa ou refletida a partir de objetos ou cenas específicas entra no olho através de estruturas anatômicas de captação dos raios luminosos. Nesse grupo de estruturas inicialmente encontram-se a córnea e o cristalino, duas lentes integrantes do globo ocular que trabalham na captação dos raios luminosos e na focalização automática da imagem, realizando o fenômeno fisiológico denominado acomodação visual. Ainda nessa etapa do processo de captação dos raios luminosos, dois conjuntos de músculos lisos promovem o fechamento ou a

abertura da pupila (o orifício formado pela íris), controlando a intensidade de luz que entra na câmara interna do globo ocular.

Após a captação dos raios luminosos, a informação visual atravessa o globo ocular passando pelo humor vítreo e projeta-se sobre a retina. Na retina, a informação óptica projetada é codificada nos fotorreceptores, que podem ser de dois tipos: (1) os cones, especializados para responderem a estímulos visuais de alta intensidade luminosa e potencialmente cromáticos; e (2) os bastonetes, especializados para responderem a estímulos visuais de baixa intensidade e potencialmente acromáticos. Quando atingidos pelo estímulo luminoso os fotorreceptores traduzem o estímulo físico ambiental em potenciais neurais, processo denominado de transdução fotoneural, e essa nova informação traduzida na linguagem bioelétrica do cérebro é transmitida por uma cadeia de células retinianas até emergir codificada em potenciais neurais de ação pelas fibras das células ganglionares que compõem o nervo óptico.

O nervo óptico de cada olho, localizado na base do cérebro, deixa o globo ocular em direção a linha média cerebral, e ambos se encontram no quiasma óptico (estrutura em forma de “x” onde cruzam para o lado oposto cerca de 60% das fibras retinofugais). Aqui, uma pequena quantidade de fibras projeta-se a uma região do hipotálamo chamada núcleo supraquiasmático, núcleo esse que participa da sincronização do nosso relógio biológico envolvendo os ciclos circadianos. Do quiasma óptico emergem os tratos ópticos que se fundem ao encéfalo formando um feixe de fibras. No encéfalo, as fibras retinofugais começam a divergir, aproximando-se de diferentes alvos sinápticos situados no diencéfalo e no mesencéfalo.

A maioria das fibras do nervo óptico dirige-se a três grandes regiões encefálicas: o mesencéfalo; a região limite entre o mesencéfalo e o diencéfalo; e o diencéfalo propriamente dito. Um pequeno percentual (menos de 10%) das fibras projeta-se em direção ao

mesencéfalo e a junção deste com o diencéfalo. No mesencéfalo situa-se o colículo superior, importante alvo retiniano que participa dos reflexos de orientação dos olhos, da cabeça e do corpo em relação aos estímulos visuais. Na junção mesencéfalo-diencefálica fica um conjunto de diferentes pequenos núcleos chamados núcleos pretectais, que emitem axônios para núcleos dos nervos cranianos que participam dos mecanismos de acomodação e outros reflexos oculomotores destinados a estabilizar a imagem projetada sobre a retina.

No diencéfalo encontra-se o núcleo geniculado lateral do tálamo, alvo mais relevante para a percepção visual, que recebe a maioria das fibras provenientes das células ganglionares retinianas (aproximadamente 90%). Cada núcleo geniculado lateral apresenta seis camadas celulares identificadas por números crescentes das mais internas para as mais externas. As camadas 2, 3 e 5 recebem fibras da retina do mesmo lado (ipsilaterais), enquanto as camadas 1, 4 e 6 recebem fibras do lado oposto (contralaterais). A partir daí, a grande maioria dos neurônios de cada núcleo geniculado lateral envia axônios diretamente ao córtex visual do mesmo hemisfério cerebral que se encontra.

No córtex visual, a área visual primária (V1), também chamada de área estriada, recebe maciçamente as radiações ópticas provenientes do núcleo geniculado lateral. Em torno de V1 distribuem-se outras áreas de funções visual, conjuntamente conhecidas como áreas extra-estriadas, que podem receber nomes específicos ou serem simplesmente chamadas de V2, V3, V4, V5, V6 e outras siglas, mantendo conexões recíprocas entre si. Cada uma das diferentes áreas corticais que formam o córtex extra-estriado processa características visuais específicas a partir dos sinais neurais enviados da área visual primária V1, como forma, cor, movimento, localização espacial e luminosidade.

1.2. Percepção visual

Com base nos conceitos apresentados por Harvey Schiffman (1995) e Stephen Palmer (1999), podemos definir percepção visual como sendo o conjunto de processos pelos quais extraímos, organizamos, reconhecemos e interpretamos as informações físicas luminosas emitidas ou refletidas a partir de estímulos e eventos visuais presentes no ambiente. Pela captação e extração da informação óptica proveniente da luz emitida ou refletida por estímulos visuais presentes no ambiente, a percepção visual surge como o produto dos processos físicos, biológicos e psicológicos realizados pelo sistema visual, fundamentando-se principalmente na organização e na integração dessas informações, direcionando o reconhecimento e a interpretação dos estímulos ou cenas visuais existentes no ambiente.

Como as demais modalidades sensoriais, a percepção visual também se subdivide em submodalidades diferentes, que representam os vários aspectos que podemos identificar nos estímulos que emitem ou refletem luz. Segundo Roberto Lent (2001), podemos destacar cinco dessas submodalidades: (1) a localização espacial, que nos permite identificar em que posição no campo de visão aparece um determinado estímulo visual; (2) a medida da luminosidade, que possibilita estimar a luminosidade do estímulo em relação ao ambiente em que se encontra; (3) a discriminação de formas, que nos permite diferenciar e reconhecer os objetos segundo seus contornos; (4) a detecção de movimento, através da qual percebemos que alguns estímulos visuais se movem, enquanto outros permanecem parados; e (5) a visão de cores, que fornece uma fonte adicional de contraste entre os objetos, facilitando a detecção, a discriminação e o reconhecimento dos objetos.

1.2.1. Percepção de luminosidade

O estímulo físico do sistema visual é a luz, a qual pode ser definida como uma forma de energia eletromagnética radiante. Segundo Lent (2001), as características físicas da luz são compatíveis com duas propriedades complementares: (1) é um fenômeno vibratório, ou seja, um ciclo contínuo de energia das ondas pulsando ou oscilando a uma certa frequência, que pode ser convertida em unidades de comprimento de onda; e (2) comporta-se como se fosse emitida como partículas diminutas, distintas ou quanta de energia. A unidade de quantum de energia radiante é denominada fóton, e o número de unidades de fótons emitidos pela fonte de luz, ou seja, a quantidade de energia radiante, determina sua intensidade. Dessa forma, a luz é geralmente descrita por seu comprimento de onda e sua intensidade, sendo estas duas características físicas relacionadas a diferentes fenômenos perceptuais.

De acordo com Lent (2001), o comprimento de onda de uma fonte luminosa refere-se à distância física em um determinado ciclo de onda, medida de crista a crista, e evidencia uma propriedade física diretamente relacionada à percepção visual: o efeito perceptual correspondente a essa característica física é a percepção de cores ou tonalidades. Já a intensidade física da luz refere-se à quantidade de energia radiante contida na fonte de luz, e o efeito perceptual que essa característica física tem no observador é chamado brilho. Além dessas duas características, outra propriedade desempenha papel importante na forma como o sistema visual interpreta a informação luminosa proveniente do ambiente: a luminosidade é a característica física do estímulo visual cuja percepção é afetada em decorrência do contraste criado por interações espaciais de estímulos adjacentes.

Analisando a influência do contraste na percepção visual de luminosidade, o efeito do contraste simultâneo de luminosidade (Figura 1), onde uma região parece mais clara quando observada contra um fundo escuro e mais escura quando observado contra um fundo claro,

tem intrigado filósofos e cientistas por mais de dois milênios, permanecendo até hoje sem um consenso a questão de porque exatamente isso ocorre. Segundo Sabra (1978), a questão inicialmente abordada pelo filósofo grego Aristóteles (384 – 322 a.C.), passando pelo pouco conhecido filósofo árabe da Idade Média Ibn Al-Haytham (965 a.C. – 1040 d.C.), também conhecido como Alhazen, em seguida pelo célebre físico e fisiologista inglês Isaac Newton (1642 – 1727), culminando nas abordagens experimentais dos físicos e fisiologistas alemães Hermann von Helmholtz (1866/1962), Ewald Hering (1874/1964) e David Katz (1935), permanece ainda hoje em pesquisa (Gilchrist e cols., 1999; Logvinenko, 1999; Adelson, 2000) e igualmente sem explicação.

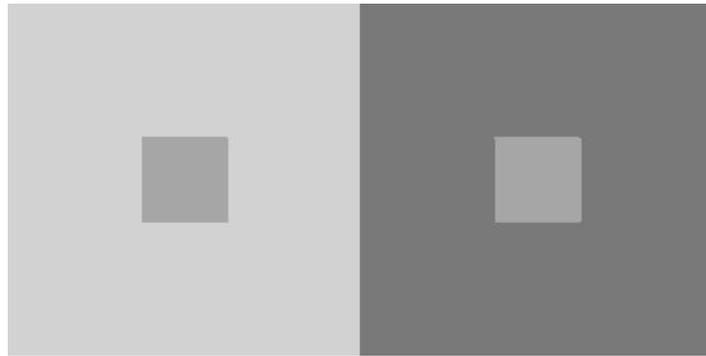


Figura 1 – Contraste simultâneo de luminosidade: o mesmo quadrado cinza parece mais escuro quando observado sobre o fundo claro e mais claro quando observado sobre o fundo escuro (Adaptado: Adelson, 2000).

De acordo com Sabra (1978), o efeito de contraste simultâneo de luminosidade, descrito inicialmente por Aristóteles (384 – 322 a.C.), foi relatado de forma mais específica apenas a partir das observações psicofísicas levantadas por Alhazen (965 a.C. – 1040 d.C.) em seu trabalho intitulado *Book of Optics*, datado do ano de 1025 d.C., onde Alhazen faz algumas colocações fundamentais sobre o estudo do sistema visual que, mesmo hoje, continuam sendo princípios-chave para o estudo da percepção visual. Nesse sentido, Alhazen concluiu que a aparência das cores era, em parte, resultado de um processo mental. Ele assumiu que muito do conteúdo perceptual da visão era resultado de uma faculdade de julgamento cerebral, envolvendo um processo denominado inferência. Assim, o efeito de contraste simultâneo seria

resultado de uma avaliação cerebral sobre a força relativa das cores emanadas das partes vizinhas à cena observada.

Segundo Kingdom (1997), Isaac Newton (1642 – 1727), em seu célebre estudo sobre a natureza subjetiva da sensação de cores, aprofundou muito mais os dados sobre a percepção do contraste simultâneo de luminosidade. Newton concluiu que a luz branca não é uma entidade simples, como acreditavam todos desde Aristóteles. Newton argumentou que a luz branca era na verdade uma mistura de diferentes tipos de raios que eram refratados em ângulos ligeiramente diferentes, e que cada tipo de raio diferente produz uma cor espectral diferente. Enquanto Alhazen assumia que os objetos por si próprios possuíam cores as quais eram irradiadas até o observador, Newton concluiu que os objetos tinham apenas a capacidade de refletir a luz de forma seletiva, a partir da qual seria produzida a sensação das cores.

De acordo com Kingdom (1997), as pesquisas realizadas e os relatos publicados por Hermann von Helmholtz (1866/1962) e Ewald Hering (1874/1964) sobre o efeito de contraste simultâneo de luminosidade retomam termos-chave apresentados por Alhazen em suas pesquisas e descrições sobre o mesmo fenômeno. Helmholtz (1866/1962) deu clara expressão às crenças de Alhazen sobre a importância do julgamento cerebral e da inferência na percepção visual humana. Em suas pesquisas, Helmholtz apresentou evidências sobre uma inferência cerebral na percepção visual utilizando o mesmo efeito de contraste simultâneo de luminosidade observado por Alhazen. De acordo com Helmholtz, o fenômeno do contraste simultâneo na maioria dos casos era um engano do julgamento visual, onde os observadores julgavam a luminosidade de uma região como se ela fosse encoberta por um filtro visual formado pela iluminação refletida a partir da região encontrada diretamente ao redor dela.

Hering (1874/1964), a partir das pesquisas desenvolvidas pelo físico austríaco Ernst Mach sobre a idéia de que a aparência das cores envolveria a comparação das sensações visuais a partir de suas regiões vizinhas, desenvolveu a idéia de que interações recíprocas na

formação da imagem neural determinariam muito da aparência da superfície de um objeto. Tais pesquisas se encontram ainda hoje como o cerne da noção de que as características visuais de uma superfície são em parte determinadas pelo contraste ou relação local entre a superfície e o contexto no qual ela se encontra, levando a questões perceptuais específicas como, por exemplo, à constância visual, princípio segundo o qual a cor e a luminosidade de uma superfície continuam constantes independentes de variações na iluminação do ambiente.

Analisando as colocações de Helmholtz e Hering, o psicólogo e filósofo americano William James (1890/1981) apresentou um sumário crítico sobre os posicionamentos dos dois pesquisadores sobre o efeito de contraste simultâneo de luminosidade: “Helmholtz mantém que o processo neural e a correspondente sensação são imutáveis, mas são diferentemente interpretados; Hering, que o processo neural e a sensação são ambos modificados, e que a “interpretação” é o correlato consciente direto das condições alteradas da retina. De acordo com o primeiro, o contraste é de origem psicológica; de acordo com o outro, ele é puramente fisiológico.” (James, 1890/1981). Embora hoje poucos pesquisadores concordem com a distinção de James entre as explicações psicológicas e fisiológicas do efeito de contraste simultâneo, é importante considerar o quanto as abordagens apresentadas por Helmholtz e Hering são refletidas nas abordagens teóricas de hoje.

A publicação do livro *The World of Colour*, de David Katz (1935), trouxe uma enorme atenção ao emergente campo da percepção de luminosidade apresentando uma profunda análise fenomenológica sobre o campo da experiência visual de cores. Nesse estudo, Katz identificou vários modelos de aparência das cores, enfatizando especialmente a distinção entre cores de superfícies e cores luminosas. Ao mesmo tempo, a partir de rigorosas informações experimentais, Katz desenvolveu uma variante do método de análise da constância de luminosidade, incluindo um novo método experimental envolvendo dois campos visuais dispostos lado a lado, separados por um plano perpendicular a partir do qual um lado era

iluminado e o outro não. Levando em consideração não apenas as características físicas dos estímulos, mas também a relação espacial entre eles, a perspectiva teórica utilizada por Katz, desde o início muito próxima da utilizada por Helmholtz, tornou-se assim cada vez mais influenciada pelas teorias da Gestalt.

A partir daí, a ligação entre as propriedades visuais de luminosidade e contraste passou a ser discutida por um grande número de estudos psicológicos e fisiológicos sobre a percepção visual humana. Há aproximadamente 40 anos atrás, a abordagem dominante no estudo do efeito de contraste simultâneo era claramente influenciada pelas idéias de Hering, segundo as quais mecanismos fisiológicos sensíveis ao contraste estariam diretamente envolvidos em tal fenômeno (Hurvich e Jameson, 1966). Tal abordagem continua desempenhando um papel extremamente importante nas pesquisas sobre a percepção visual, apresentando evidências constantes sobre as bases fisiológicas do contraste e da constância visual. Um importante exemplo nesse sentido é a descoberta da existência de neurônios localizados no córtex visual de primatas, mais especificamente na área V4, que possuem pequenos centros excitatórios opostos a grandes contornos inibitórios (Schein e Desimone, 1990). Tais neurônios aparentemente respondem por uma significativa quantidade de propriedades visuais que respondem pela produção de efeitos de contraste e constância visual (Spillman e Werner, 1996).

No final da década de 70, a partir dos estudos desenvolvidos pelo psicólogo norte-americano Alan Gilchrist, a abordagem teórica baseada nas idéias apresentadas por Helmholtz passou a exercer novamente uma clara influência no estudo da interpretação perceptual do efeito de contraste simultâneo (Kingdom, 1999). Gilchrist observou que, utilizando um dispositivo convencional constituído de duas regiões cinzas apresentadas contra diferentes contextos de fundo, a magnitude do efeito de contraste simultâneo de luminosidade era aumentada quando as regiões cinzas, normalmente acreditadas até então como circuladas por

regiões de diferentes reflectância, na verdade eram percebidas como estando sob diferentes iluminações (Gilchrist, 1977). Dessa forma, desde que o contraste de luminância entre as regiões cinzas e seus contextos de fundo eram mantidas ambas sob as mesmas configurações, o aumento de efeito de contraste simultâneo não poderia ser associado a efeitos de contraste local. Isso pode ter acontecido por causa da forma como os sujeitos interpretaram o dispositivo experimental como um todo.

Atualmente, pode-se compreender que as pesquisas e os posicionamentos apresentados por Helmholtz e Hering anteciparam diferentes, porém complementares, direcionamentos nas explicações do efeito de contraste simultâneo apresentadas atualmente (Kingdom, 1997). Os pesquisadores de hoje dão continuidade às pesquisas relacionadas à formação e à análise da percepção visual a partir das investigações apresentadas por Helmholtz e Hering utilizando em seus experimentos uma grande variedade de configurações especiais do efeito de contraste simultâneo, no sentido de identificar se as bases psicológicas e fisiológicas desse fenômeno se encontram situadas na formação visual a partir dos processos sensoriais periféricos sensíveis ao contraste ou situadas na análise da informação visual a partir dos processos centrais da percepção sobre a configuração desses estímulos como um todo.

Para muitos pesquisadores ligados ao campo da percepção visual, a principal questão sobre o efeito de contraste simultâneo deixou de ser se o efeito de contraste simultâneo acontece devido ao efeito de contraste sensorial ou a interpretação perceptual, mas exatamente quais as regras da percepção visual estão envolvidas em tal efeito (Knill e Kersten, 1991; Adelson, 1993, 2000; Anderson, 1997; Logvinenko, 1999). O significativo desenvolvimento de métodos e tecnologias especializadas na criação de estímulos visuais tem sido intensamente utilizado para produzir cada vez mais variações de efeitos similares sobre esse tema. Complexos arranjos geométricos evocando impressões vívidas de sombras, transparências, contornos e oclusões, passaram a substituir os estímulos convencionais do

efeito de contraste simultâneo de luminosidade, e os resultados apresentados a partir de suas utilizações têm sido cada vez mais expressivos no sentido de entender a natureza da complexidade e da utilidade de tal efeito.

Além de uma análise baseada nos avanços metodológicos e tecnológicos da criação e manipulação de estímulos visuais, os complexos arranjos geométricos criados pelos pesquisadores buscam identificar quais as principais características perceptuais envolvidas na compreensão visual do efeito de contraste simultâneo de luminosidade a partir dos elementos organizacionais mais significativos, que desempenhem papel fundamental nesse processo. Dessa forma, o estudo das características específicas da organização espacial dos estímulos visuais como, por exemplo, a identificação das formas, suas localizações no espaço e as relações que estas estabelecem junto a outros elementos situados no mesmo contexto têm se mostrado elemento de fundamental importância na compreensão das propriedades e dos processos perceptuais diretamente relacionados à percepção de luminosidade.

1.2.2. Organização espacial

O conceito de organização espacial dos estímulos na percepção visual, que diz respeito aos processos pelos quais os elementos da informação visual proveniente do ambiente são estruturados em unidades formais inter-relacionadas, surgiu inicialmente com a psicologia da Gestalt no início do século XX, representando uma das questões centrais de oposição entre esta e a abordagem estruturalista (Schiffman, 1995). O Estruturalismo, fortemente influenciado pelo reducionismo que dominava as ciências no final do século XIX, procurava definir as unidades fundamentais e irreduzíveis da percepção visual como uma soma das unidades básicas e elementares das sensações em seu estado bruto, enquanto a Gestalt defendia uma nova teoria segundo a qual a percepção visual resultava de estimulações

estruturais compostas a partir de interações globais inter-relacionadas do sistema visual (Figura 2).

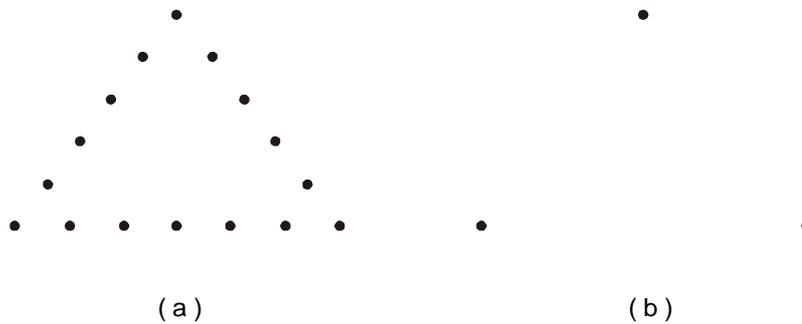


Figura 2 – (a) Triângulo estruturalista: a percepção do triângulo é resultado da soma das sensações criadas por cada ponto; (b) Triângulo da Gestalt: a percepção do triângulo é resultado da relação dos três pontos entre si (Adaptado: Schiffman, 1995).

Max Wertheimer, um dos fundadores da psicologia da Gestalt, foi um dos primeiros a investigar o problema da organização espacial (Wertheimer, 1924). Em suas pesquisas, Wertheimer procurava compreender, entre outros assuntos, como as pessoas eram capazes de perceber os estímulos e ambientes visuais de forma simples e coerente, mesmo estes sendo fisiologicamente descritos de forma simplificada como uma sobreposição de raios luminosos provenientes do ambiente projetados simultaneamente sobre a retina. Wertheimer procurou evidenciar a extrema importância da organização espacial nas interações existentes entre os estímulos visuais a partir de relações segundo as quais somos capazes de distingui-los uns dos outros de forma imediata e sem esforço.

Como Irvin Rock e Stephen Palmer observaram em seu artigo sobre o legado da abordagem gestáltica na análise da organização espacial entre os estímulos visuais (Rock e Palmer, 1990), em muitos aspectos os feixes luminosos provenientes de diferentes partes do mesmo objeto não possuem maior afinidade entre si do que os feixes luminosos provenientes de dois objetos diferentes. No entanto, ao observarmos uma cena visual, conseguimos perceber de forma instantânea e direta os objetos separados uns dos outros e do fundo no qual

eles estão inseridos: tendemos a salientar perceptualmente as diferenças físicas existentes no campo visual ao mesmo tempo em que conseguimos perfeitamente percebê-lo como sendo composto por regiões distintas auto-integradas.

Para se perceber visualmente o mundo de forma auto-integrada, onde o objeto e o fundo no qual ele está inserido estão fisicamente separados, é fundamental que essa percepção esteja baseada em características organizacionais específicas que se diferenciem das demais. Conceituados pelo psicólogo dinamarquês Edgar Rubin (1915/1958), os estímulos visuais possuidores de características específicas que compõem de forma distinta e nitidamente definida uma cena visual são definidos como *figuras*, e todo o contexto no qual estes estímulos estão localizados é denominado de *fundo*. A partir da organização espacial de figura-fundo, tendemos a enxergar partes específicas de uma cena visual como compostas de elementos bem definidos destacando-se de seu fundo (Figura 3).

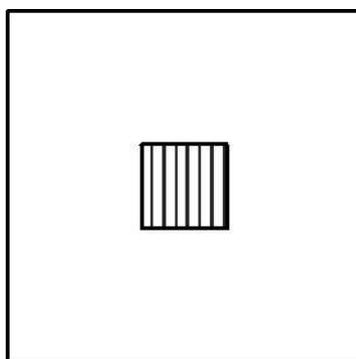


Figura 3 – Relação figura-fundo: a área listrada fechada é percebida como figura sobre o fundo branco (Adaptado: Schiffman, 1995).

De acordo com Rubin, as relações de tamanho e abrangência entre estímulos homogêneos coexistentes numa mesma cena visual representam um dos princípios fundamentais envolvidos na organização espacial de figura-fundo. Segundo ele, “se um dos estímulos visuais for maior do que o outro e o envolver, há uma grande probabilidade de que o campo menor e circundado seja considerado como sendo a figura” (Rubin, 1915/1958). Rubin também identificou outras três diferenças perceptuais entre figura e fundo: (1) a figura

é percebida como possuindo um contorno delimitando sua forma, enquanto o fundo é percebido como relativamente amorfo; (2) a figura é percebida como estando mais próxima do observador, enquanto o fundo é percebido como estando mais distante; e (3) a figura é percebida de forma mais significativa do que o fundo.

Além das diferenças perceptuais entre figura e fundo identificadas por Rubin, os pesquisadores Frederick Bonato e Joseph Cataliotti analisaram efeitos de figura-fundo relacionados à percepção visual de luminosidade de uma área específica. Segundo eles, um estímulo ou uma região visual específica, quando identificados como figuras ou destacados do contexto, são percebidos como mais luminosos do que o fundo no qual estão inseridos (Bonato e Cataliotti, 2000). Na definição de Schiffman (1995), “se uma região do campo visual possui luminosidade constante, o efeito de contraste que ela sofre é maior quando ela é percebida como figura do que quando ela é percebida como fundo” (Figura 4). Tais resultados indicam que a percepção de luminosidade pode ser diretamente influenciada pela organização espacial, não podendo ser explicada exclusivamente pela análise de mecanismos retinianos.

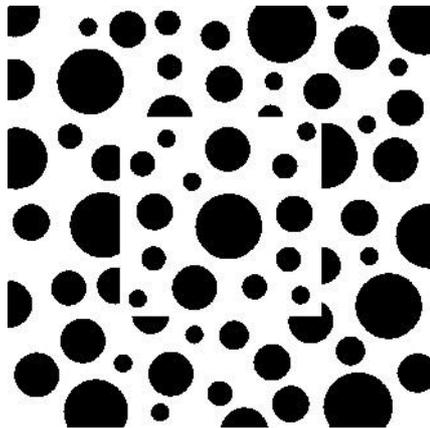


Figura 4 – Mesmo formado por parte da superfície branca, o quadrado central que se vê na figura parece ser mais brilhante do que o seu fundo (Adaptado: Kanizsa, 1979).

A percepção de um estímulo ou de uma região visual específica que se sobreponha ou encubra parcialmente elementos que se situem adjacentes às mesmas, criando uma relação

espacial de figura-fundo, também representa uma das teorias que se propõem a explicar a formação ilusória de contornos subjetivos. A formação de contornos subjetivos, inicialmente identificadas por Kanizsa (1976), parece estar diretamente relacionada à sobreposição aparente feita por uma superfície ou figura central parcialmente encobrindo ou se sobrepondo a elementos situados em suas bordas. De acordo com as características evidenciadas pela sobreposição aparente, quanto maior for a sobreposição da figura ilusória central em relação às características dos elementos que se situam adjacentes às mesmas, maior e mais rapidamente acontece à formação dos contornos subjetivos (Figura 5).

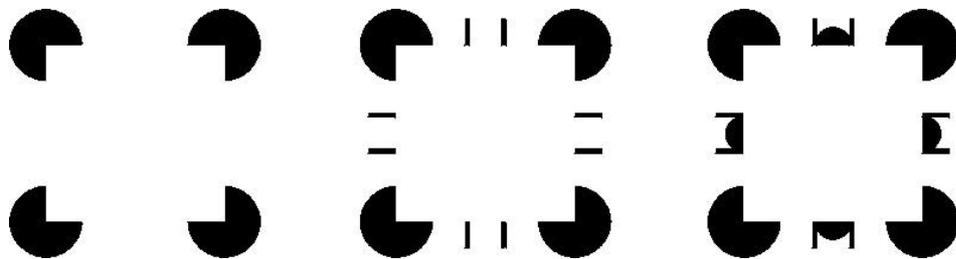


Figura 5 – Contorno subjetivo: o efeito do contorno subjetivo é realçado à medida que se acrescentam mais informações sugerindo a sobreposição de fundo por uma figura central (Adaptado: Schiffman, 1995).

O efeito ilusório de contorno subjetivo e as variações resultantes da sobreposição aparente também parecem estar associados a derivações do efeito de contraste simultâneo de luminosidade, decorrentes das diferenças de luminosidades entre regiões adjacentes (Frisby, 1980; Jory & Day, 1979; Petry & Meyer, 1987). Segundo este, o contorno subjetivo é consequência da percepção visual de uma região que parece ser mais luminosa do que seu fundo, devido a diferenças significativas de luminosidade entre as mesmas. Bradley e Dumais (1975) propuseram uma teoria cognitiva baseada no princípio da organização espacial proposto pela abordagem defendida pela Gestalt para explicar a diferença de luminosidade entre o fundo e a forma aparentemente delineada pelo contorno subjetivo. Essa explicação se baseia na relação de figura-fundo descrita por Bonato e Cataliotti (2000), segundo a qual a

figura geralmente é percebida como sendo mais luminosa do que o fundo no qual está inserida.

Rock (1986) também se refere ao efeito e às variações de luminosidade resultante, que estão associados à formação dos contornos subjetivos, como sendo uma estratégia cognitiva com o objetivo de dar sentido e destaque à percepção de uma figura em relação ao contexto no qual ela se encontra (Schiffman, 1995). As alterações na luminosidade criadas por variações na sobreposição aparente dos contornos subjetivos parecem colaborar diretamente para a identificação e para o reconhecimento de um estímulo ou organização espacial específica, facilitando sua percepção de forma geral, sem estarem necessariamente restritas às relações entre elementos dispostos apenas sobre um mesmo plano (Tse, 1998). Assim, o reconhecimento das formas e dos planos nos quais estas se encontram parecem desempenhar papel significativo na percepção visual de luminosidade.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Pesquisas recentes (Adelson, 1993, 2000; Gilchrist e cols., 1999; Logvinenko, 1999) buscam identificar quais as principais características envolvidas na formação e na percepção visual do efeito de contraste simultâneo de luminosidade. Como identificado, por exemplo, por Bonato e Cataliotti (2000), a análise da organização espacial dos estímulos tem se mostrado elemento de fundamental importância na compreensão das características e dos processos relacionados à percepção visual do referido efeito. Nesse contexto, o presente estudo procurou identificar, de forma geral, possíveis alterações na percepção visual de luminosidade a partir de variações físicas dos estímulos, com base na organização espacial de figura-fundo criada pela associação dos efeitos ilusórios de contraste simultâneo de luminosidade e de contornos subjetivos.

De forma específica, o presente estudo procurou identificar:

a) se variações na percepção de luminosidade de uma superfície, criadas pela *presença de formações ilusórias* de contornos subjetivos de Kanizsa, podem também ser responsáveis por variações de luminosidade na percepção do efeito de contraste simultâneo de luminosidade;

b) se variações na percepção de luminosidade de uma superfície, criadas por *variações físicas nos elementos formadores* dos contornos subjetivos de Kanizsa, podem também ser responsáveis por variações na percepção de luminosidade do efeito de contraste simultâneo de luminosidade;

c) se variações na percepção de luminosidade de uma superfície, criadas pela *presença de elementos formadores de sobreposição aparente* na configuração de contornos subjetivos de Kanizsa, podem também ser responsáveis por variações na percepção de luminosidade do efeito de contraste simultâneo de luminosidade.

A partir da revisão dos referenciais teóricos relacionados à percepção de luminosidade e a organização espacial dos estímulos visuais, juntamente com a análise de pesquisas anteriores relacionadas ao efeito de contraste simultâneo de luminosidade e da formação ilusória de contornos subjetivos, o presente estudo tem como hipóteses que, tanto a presença de formações ilusórias de contornos subjetivos de Kanizsa quanto variações físicas criadas pela alteração de seus elementos estruturais e pela presença de estímulos formadores de sobreposição aparente, podem ser responsáveis por variações na percepção de luminosidade do efeito de contraste simultâneo de luminosidade.

3. METODOLOGIA

3.1. Participantes

A presente pesquisa, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, contou com a participação de 64 voluntários (16 masculinos e 48 femininos), com idade variável entre 18 a 23 anos, todos alunos regulares da disciplina de Introdução à Psicologia, oferecida pelo Departamento de Processos Psicológicos Básicos do Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília. Foi exigido, como pré-requisito para a participação de todos os voluntários no experimento, que os mesmos preenchessem o *cadastro de participação* e o *termo de consentimento livre e esclarecido* de participação como voluntários na pesquisa (Anexos 1 e 2).

3.2. Equipamentos

Em uma sala escura (3,85m x 2,30m x 2,40m), um computador Apple Power Macintosh Performa 6360, com 128Mb de memória RAM, utilizando sistema operacional 7.5.3 revisão 2.2, foi utilizado para apresentar os estímulos visuais e coletar as respostas dos observadores através do programa *MTS – Match to Sample*, desenvolvido por W. Dube e E. Hiris, acoplado a um monitor Apple Multiple Scan 17 Display, modelo M2494, posicionado de forma centralizada na altura dos olhos dos observadores e ajustado a 50cm de distância dos mesmos com resolução de 800 x 600 pixels, frequência de atualização de imagem na tela no valor de 60 Hz, e no modo de apresentação gráfica de milhões de cores (Figura 6).



Figura 6 – Foto do local e do equipamento utilizado na realização do experimento.

3.3. Delineamento experimental

3.3.1. Unidade de medida

A medição do efeito psicológico que a intensidade luminosa tem no observador não possui, entre as diversas pesquisas relacionadas ao estudo de tal fenômeno, uma unidade padronizada de classificação ou medida. Com o intuito de simplificar, padronizar e evitar questões de incompatibilidade ou incomparabilidade de procedimentos e resultados experimentais realizados anteriormente (Coren, 1969; Gilchrist, 1977; Adelson, 1993; Gerbino & Nicolosi, 1996; Bonato & Cataliotti, 2000; Adelson, 2000) com os apresentados pela presente pesquisa, foi utilizada como única unidade de medida na realização desse experimento, tanto na elaboração dos estímulos visuais quanto no registro e na classificação das respostas dos participantes em relação aos mesmos, apenas relações de porcentagem da escala de preto, também chamadas de gradações de cinzas.

A relação de porcentagem utilizada no experimento variou numa escala de valores entre 10% a 90% (Figura 7). Os valores de 0% (ausência total de pigmento preto) e de 100%

(presença máxima de pigmento preto) foram desconsiderados na elaboração dos estímulos pois não são capazes de oferecer, respectivamente, variações menores (decrecentes) e maiores (crescentes) que os mesmos, impossibilitando sua comparação com as alternativas de escolhas (estímulos de comparação) descritos no tópico seguinte.

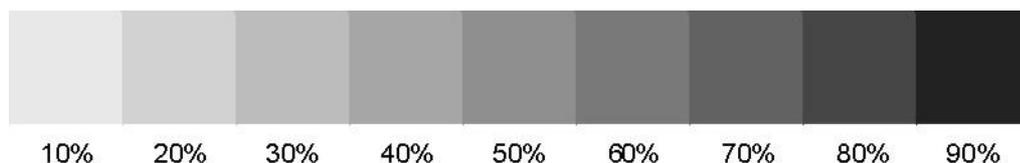


Figura 7 – Relação de porcentagem na escala de preto utilizada no experimento.

3.3.2. Estímulos

Para a realização da presente pesquisa foram utilizados dois tipos de estímulos visuais, ambos criados a partir do programa de criação gráfica CorelDRAW 8, desenvolvido pela empresa Corel Corporation: *estímulos padrões* e *estímulos de comparação* (Figura 8).

Os *estímulos padrões*, grupo formado por estímulos da condição de controle e estímulos contendo elementos dispostos de maneira a criar condições contextuais para a formação de contornos subjetivos, foram desenvolvidos a partir de 40 combinações de sobreposição de figura-fundo entre 2 quadrados, um menor (41 pixels) e um maior (172 pixels), preenchidos com diferentes gradações de cinza. Os quadrados menores (figuras) foram preenchidos com gradações de 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% e 90% de preto e localizados acima e ao centro dos quadrados maiores (fundos), preenchidos com gradações de 10%, 30%, 50%, 70% e 90% de preto.

Os *estímulos de comparação*, grupo formado por estímulos da condição de controle e estímulos contendo elementos dispostos de maneira a não criar condições contextuais para a

formação de contornos subjetivos, foram desenvolvidos a partir de variações *crecientes* e *decrescentes* nos valores de preenchimento dos quadrados menores, utilizando-se como base as mesmas 40 combinações de sobreposição de figura-fundo utilizadas na composição dos estímulos padrões. Nas *variações crescentes*, os valores de gradação de cinza dos quadrados menores aumentaram na ordem de 3%; nas *variações decrescentes*, os valores de gradação de cinza dos quadrados menores diminuíram na ordem de 3%.

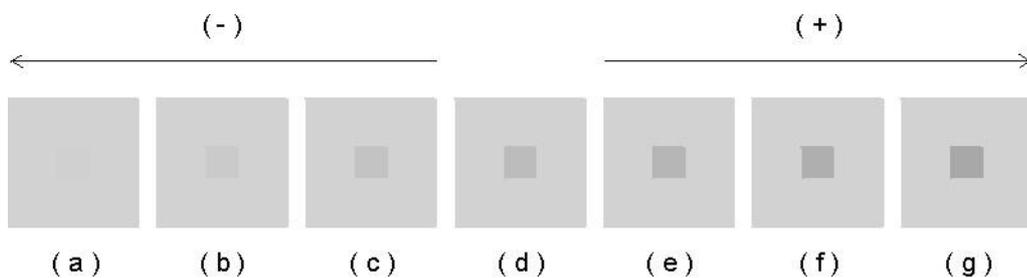


Figura 8 – Exemplos de estímulos utilizados na condição de controle: (d) representa o estímulo padrão criado a partir da combinação de sobreposição entre 2 quadrados, o menor preenchido com 30% de preto e o maior preenchido com 20% de preto; (a, b e c) representam estímulos de comparação desenvolvidos a partir de variações decrescentes nos valores de preenchimento dos quadrados menores, diminuindo na ordem de 3%; e (e, f e g) representam estímulos de comparação desenvolvidos a partir de variações crescentes nos valores de preenchimento dos quadrados menores, aumentando na ordem de 3%.

3.3.3. Condições de comparação

Cada conjunto de 40 combinações de sobreposição de figura-fundo dos dois quadrados preenchidos com diferentes gradações de cinza foi apresentado a partir de 4 condições de comparação entre estímulos padrões e estímulos de comparação: condição de *controle*, condição de *contorno fraco*, condição de *contorno médio* e condição de *contorno forte* (Figura 9).

a) condição de *controle* (ou condição *sem contorno*): os estímulos padrões foram comparados com variações crescentes e decrescentes de estímulos de comparação sem a presença de qualquer formação de contorno subjetivo (Figura 9a);

b) condição de *contorno fraco*: os estímulos padrões foram comparados com variações crescentes e decrescentes de estímulos de comparação inseridos numa formação simplificada de contorno subjetivo, derivada da composição clássica do quadrado de Kanizsa (Figura 9b);

c) condição de *contorno médio*: os estímulos padrões foram comparados com variações crescentes e decrescentes de estímulos de comparação inseridos numa formação padrão de contorno subjetivo, diretamente relacionada à composição clássica do quadrado de Kanizsa (Figura 9c);

d) condição de *contorno forte*: os estímulos padrões foram comparados com variações crescentes e decrescentes de estímulos de comparação inseridos numa formação composta de contorno subjetivo, derivada da sobreposição aparente de elementos intermediários aos elementos presentes na composição clássica do quadrado de Kanizsa (Figura 9d).

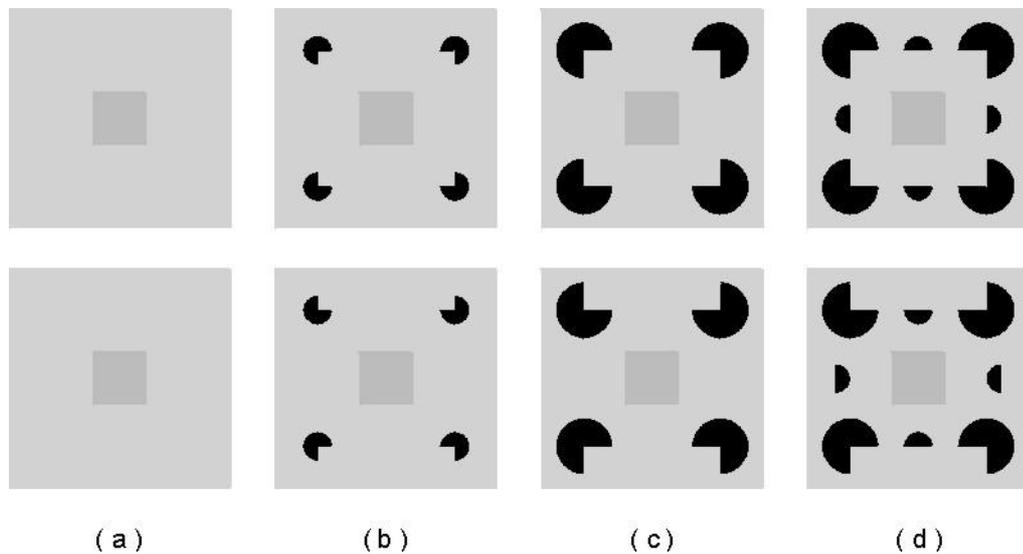


Figura 9 – Exemplos de estímulos padrões (linha superior) e de seus respectivos estímulos de comparação (linha inferior) nas 4 condições de comparação: coluna (a) condição controle, coluna (b) condição contorno fraco, coluna (c) condição contorno médio e coluna (d) condição contorno forte.

3.3.4. Procedimento

Os estímulos visuais utilizados no experimento foram apresentados no monitor do computador a partir de uma matriz de escolha composta por 5 quadrantes em forma de cruz, localizada sobre um fundo preto, sendo ambos os elementos (matriz e fundo) fornecidos pelo próprio programa MTS. O procedimento experimental completo, para cada um dos 64 participantes, foi composto por um conjunto de 160 telas apresentadas de forma individual e aleatória entre os participantes (Figura 10).

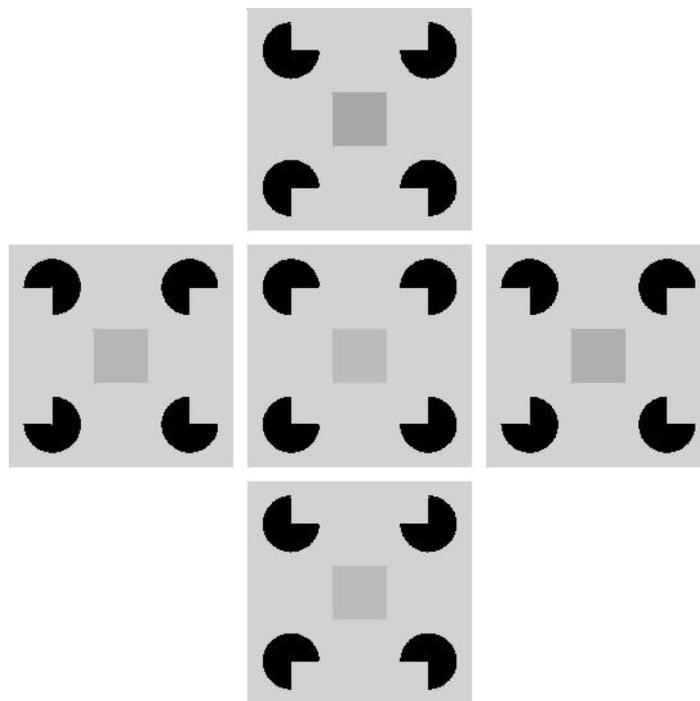


Figura 10 – Exemplo da matriz de escolha de uma das 160 telas apresentadas aos participantes.

A matriz de escolha apresentada em cada uma das 160 telas era composta de 1 estímulo padrão localizado no centro da matriz juntamente com 4 estímulos de comparação posicionados de forma aleatória dentro dos 4 quadrantes localizados ao redor do mesmo (1 de graduação de cinza idêntica ao estímulo padrão e outros 3 de graduações de cinzas diferentes do estímulo padrão). A tarefa do participante no experimento consistia em identificar, através de

um clique com o cursor controlado pelo mouse em período de tempo livre, qual dos 4 estímulos de comparação possuía o quadrado menor preenchido com a mesma graduação de cinza do quadrado menor do estímulo padrão localizado no centro da matriz.

Os 64 participantes (16 homens e 48 mulheres) foram divididos em 2 grupos de 32 participantes, denominados de *grupo mais* e *grupo menos*, cada um composto por 8 homens e 24 mulheres. O *grupo mais* realizou o procedimento de identificação e escolha do estímulo de comparação que possuía a mesma graduação de cinza do estímulo padrão localizado no centro da tela, nas 4 condições experimentais, exclusivamente a partir de *variações crescentes* nos valores de graduação de cinza dos outros 4 estímulos de comparação localizados ao redor do quadrado central (Figura 11a). O *grupo menos* realizou o procedimento de identificação e escolha do estímulo de comparação que possuía a mesma graduação de cinza do estímulo padrão localizado no centro da tela, nas 4 condições experimentais, exclusivamente a partir de *variações decrescentes* dos valores de graduação de cinza dos outros 4 estímulos de comparação localizados ao redor do quadrado central (Figura 11b).

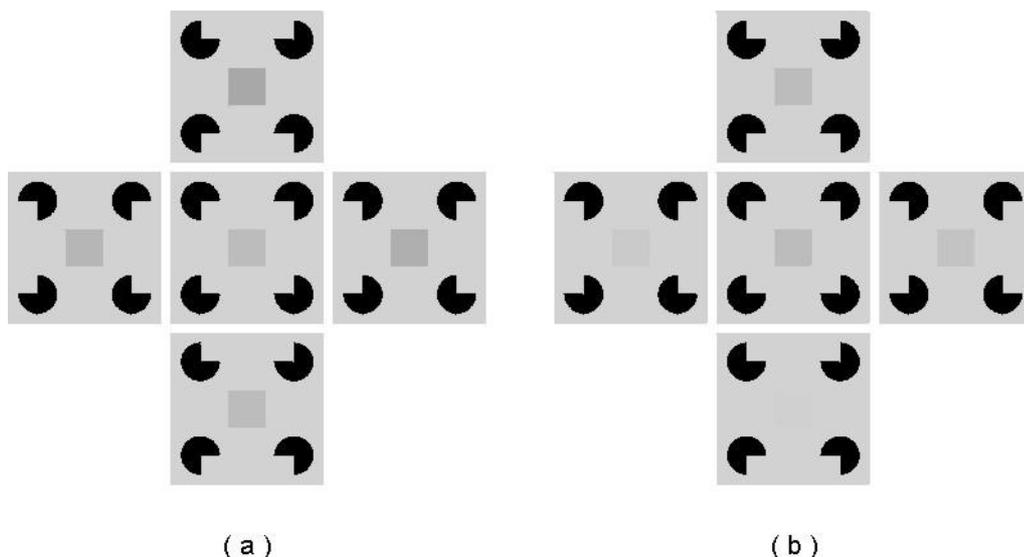


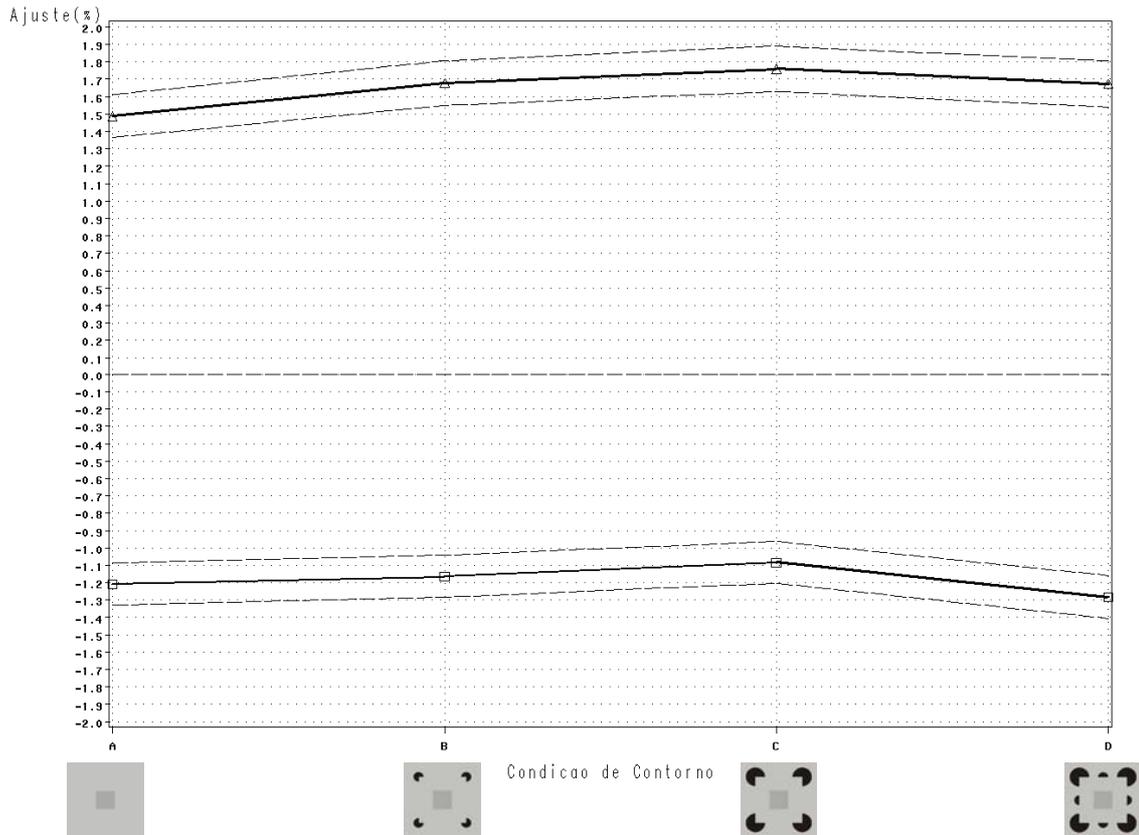
Figura 11 – Exemplos da mesma matriz de escolha apresentada nas 2 variações experimentais: (a) matriz de variações crescentes, apresentada aos participantes do grupo mais; e (b) matriz de variações decrescentes, apresentada aos participantes do grupo menos.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir do procedimento experimental descrito foram armazenados no banco de dados do próprio programa de apresentação dos estímulos (*MTS – Match to Sample*) e posteriormente analisados em relação à comparação das escolhas dos participantes, resultado da discriminação das gradações de luminosidade de cada grupo de estímulos. Dessa forma, o registro e a análise estatística dos resultados foram desenvolvidos com o objetivo de identificar possíveis padrões de percepção visual de luminosidade entre os participantes, procurando identificar também a possível existência de padrões de identificação perceptual a partir da comparação de luminosidade entre estímulos diferentes.

4.1. Análise dos dados

O registro dos dados obtidos a partir do procedimento experimental realizado está representado de forma geral no gráfico e na tabela apresentados na Figura 12. Estes, assim como os outros gráficos e as tabelas que se seguem, ilustram o percentual de ajuste médio observado no *grupo mais* e no *grupo menos*, com o respectivo intervalo de confiança de 95% e erro padrão. Por intervalo de confiança entende-se que temos 95% de chance de que futuras amostras que venham a ser realizadas seguindo a mesma metodologia experimental produzam uma estimativa média dentro desse intervalo, dando a idéia da qualidade do estimador da média. Já por erro padrão entende-se a medida utilizada que auxilia a análise da variabilidade dos dados amostrados.



Todas Relações Fundo/Figura - Percentual de Ajuste Médio e Intervalo de Confiança 95%

Condição de Contorno	Ajuste do Grupo Mais			Condição de Contorno	Ajuste do Grupo Menos		
	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%		Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%
A	1.49	0.06	1.37 1.61	A	-1.21	0.06	-1.33 -1.09
B	1.68	0.07	1.55 1.81	B	-1.16	0.06	-1.28 -1.04
C	1.76	0.07	1.63 1.89	C	-1.08	0.06	-1.20 -0.96
D	1.67	0.07	1.54 1.81	D	-1.28	0.06	-1.41 -1.16
Total	1.65	0.03	1.59 1.71	Total	-1.18	0.03	-1.24 -1.12

Figura 12 – Gráfico e tabela dos resultados obtidos a partir da realização do procedimento experimental: no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior) em cada uma das 4 condições de comparação (A, B, C e D); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias em cada uma das 4 condições de comparação (A, B, C e D).

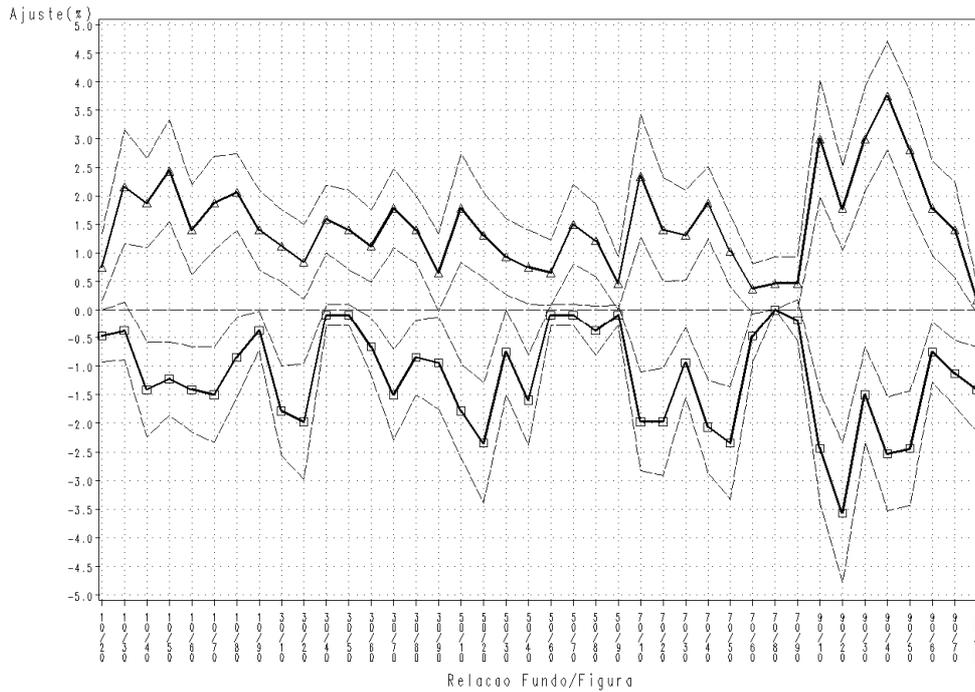
O gráfico apresentado na Figura 12 ilustra a comparação das médias das respostas dos participantes do *grupo mais* e do *grupo menos* após a realização do procedimento experimental, obtidas a partir da análise estatística dos dados em relação ao percentual de ajuste visual nas escolhas dos estímulos de comparação em cada uma das 4 condições de comparação: (A) condição de *controle*; (B) condição de *contorno fraco*; (C) condição de *contorno médio*; e (D) condição de *contorno forte*. Na metade superior do gráfico, ilustrada a

partir do valor referencial de 0.0% até o valor positivo de 2.0% de ajuste, estão representadas as médias estatísticas das respostas dos participantes do *grupo mais*, e na metade inferior do gráfico, ilustrada a partir do valor referencial de 0.0% até o valor negativo de 2.0% de ajuste, estão representadas as médias estatísticas das respostas dos participantes do *grupo menos*.

A tabela apresentada na Figura 12 ilustra os resultados descritivos do *grupo mais* e do *grupo menos*, também obtidos a partir da análise estatística dos dados em relação ao percentual de ajuste visual nas escolhas dos estímulos de comparação em cada uma das 4 condições de comparação. Nela está descrita a média de ajuste dos participantes de cada grupo, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias em cada uma das 4 condições de comparação. Os valores, expressos em porcentagem (%), indicam a magnitude da ilusão visual criada na percepção visual de luminosidade dos participantes de ambos os grupos experimentais, a partir da presença e das variações físicas dos contornos ilusórios em relação ao efeito de contraste simultâneo de luminosidade.

A partir da análise estatística dos dados obtidos pelo procedimento experimental realizado, pudemos comparar também as médias das respostas dos participantes do *grupo mais* e do *grupo menos* relacionando individualmente cada uma das 4 condições de comparação com todas as 40 combinações de sobreposição de figura-fundo de 2 quadrados preenchidos com diferentes gradações de cinza. Dessa forma, as Figuras 13, 14, 15 e 16 apresentadas a seguir ilustram, por meio de gráficos e tabelas, a comparação das médias das respostas e a análise descritiva dos resultados apresentados pelos participantes do *grupo mais* e do *grupo menos*, de forma específica e individual a cada uma das 4 condições de comparação, juntamente com seus respectivos valores de intervalo de confiança de 95% e erro padrão.

CONDICAO DE CONTORNO
(A)

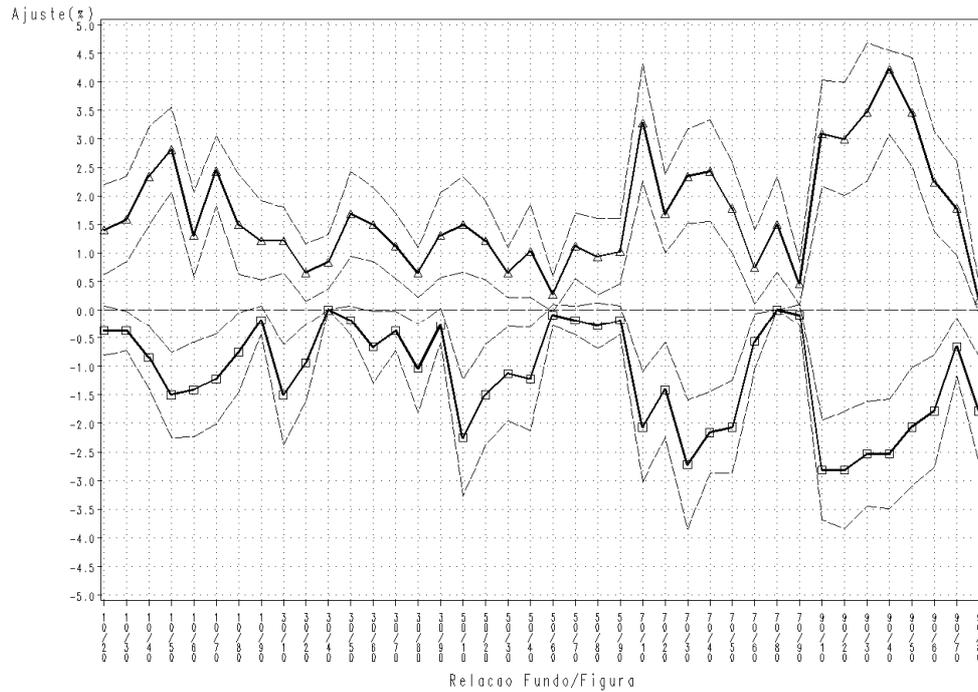


Condição de Contorno A - Percentual de Ajuste Médio e Intervalo de Confiança 95%

Fundo / Figura	Ajuste do Grupo Mais				Fundo / Figura	Ajuste do Grupo Menos			
	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%			Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%	
90/40	3.75	0.49	2.80	4.70	90/20	-3.56	0.62	-4.78	-2.34
90/10	3.00	0.52	1.98	4.02	90/40	-2.53	0.51	-3.52	-1.54
90/30	3.00	0.47	2.09	3.91	90/10	-2.44	0.49	-3.41	-1.47
90/50	2.81	0.52	1.79	3.83	90/50	-2.44	0.51	-3.44	-1.43
10/50	2.44	0.46	1.54	3.33	50/20	-2.34	0.53	-3.39	-1.30
70/10	2.34	0.55	1.26	3.42	70/50	-2.34	0.50	-3.32	-1.37
10/30	2.16	0.51	1.16	3.15	70/40	-2.06	0.41	-2.87	-1.25
10/80	2.06	0.34	1.39	2.73	30/20	-1.97	0.51	-2.98	-0.96
10/40	1.88	0.40	1.09	2.66	70/20	-1.97	0.48	-2.91	-1.03
10/70	1.88	0.42	1.05	2.70	70/10	-1.97	0.44	-2.83	-1.11
70/40	1.88	0.32	1.24	2.51	30/10	-1.78	0.40	-2.57	-1.00
30/70	1.78	0.35	1.09	2.47	50/10	-1.78	0.42	-2.61	-0.95
50/10	1.78	0.48	0.83	2.73	50/40	-1.59	0.40	-2.39	-0.80
90/20	1.78	0.38	1.04	2.52	90/30	-1.50	0.43	-2.33	-0.67
90/60	1.78	0.42	0.95	2.61	10/70	-1.50	0.43	-2.33	-0.67
30/40	1.59	0.30	1.00	2.18	30/70	-1.50	0.40	-2.29	-0.71
50/70	1.50	0.36	0.80	2.20	10/40	-1.41	0.43	-2.24	-0.57
10/60	1.41	0.40	0.61	2.20	10/60	-1.41	0.38	-2.15	-0.66
10/90	1.41	0.36	0.71	2.10	90/80	-1.41	0.38	-2.15	-0.66
30/50	1.41	0.36	0.71	2.10	10/50	-1.22	0.33	-1.86	-0.58
30/80	1.41	0.30	0.82	2.00	90/70	-1.13	0.29	-1.70	-0.55
70/20	1.41	0.47	0.49	2.32	30/90	-0.94	0.41	-1.75	-0.13
90/70	1.41	0.43	0.57	2.24	70/30	-0.94	0.31	-1.55	-0.32
50/20	1.31	0.38	0.57	2.06	10/80	-0.84	0.36	-1.55	-0.13
70/30	1.31	0.40	0.52	2.10	30/80	-0.84	0.34	-1.50	-0.18
50/80	1.22	0.33	0.58	1.86	90/60	-0.75	0.27	-1.28	-0.22
30/10	1.13	0.32	0.49	1.76	50/30	-0.75	0.38	-1.50	0.00
30/60	1.13	0.32	0.49	1.76	30/60	-0.66	0.26	-1.17	-0.15
70/50	1.03	0.32	0.41	1.66	70/60	-0.47	0.24	-0.93	0.00
50/30	0.94	0.34	0.27	1.61	10/20	-0.47	0.24	-0.93	0.00
30/20	0.84	0.34	0.18	1.50	10/30	-0.38	0.26	-0.89	0.14
10/20	0.75	0.30	0.16	1.34	10/90	-0.38	0.18	-0.72	-0.03
50/40	0.75	0.33	0.10	1.40	50/80	-0.38	0.22	-0.81	0.06
30/90	0.66	0.35	-0.03	1.34	70/90	-0.19	0.19	-0.56	0.18
50/60	0.66	0.29	0.08	1.23	50/90	-0.09	0.09	-0.28	0.09
50/90	0.47	0.24	0.00	0.93	50/70	-0.09	0.09	-0.28	0.09
70/80	0.47	0.24	0.00	0.93	50/60	-0.09	0.09	-0.28	0.09
70/90	0.47	0.24	0.00	0.93	30/40	-0.09	0.09	-0.28	0.09
70/60	0.38	0.22	-0.06	0.81	30/50	-0.09	0.09	-0.28	0.09
90/80	0.19	0.13	-0.07	0.44	70/80	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	1.49	0.06	1.37	1.61	Total	-1.21	0.06	-1.33	-1.09

Figura 13 – Gráfico e tabela dos resultados da condição de comparação *sem contorno* (A): no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo na referida condição de comparação, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias.

CONDICAO DE CONTORNO
(B)

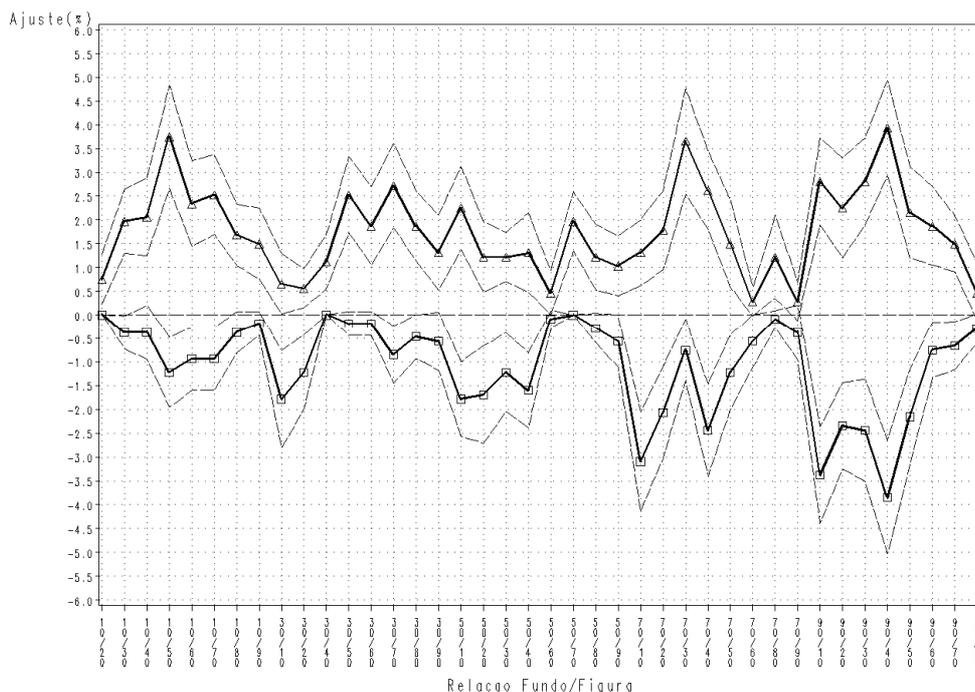


Condição de Contorno B - Percentual de Ajuste Médio e Intervalo de Confiança 95%

Fundo / Figura	Ajuste do Grupo Mais				Fundo / Figura	Ajuste do Grupo Menos			
	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%			Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%	
90/40	4.22	0.58	3.07	5.37	90/10	-2.81	0.45	-3.69	-1.94
90/50	3.47	0.49	2.51	4.42	90/20	-2.81	0.52	-3.83	-1.79
90/30	3.47	0.62	2.26	4.68	70/30	-2.72	0.58	-3.85	-1.59
70/10	3.28	0.53	2.25	4.32	90/30	-2.53	0.47	-3.45	-1.61
90/10	3.09	0.48	2.16	4.03	90/40	-2.53	0.49	-3.49	-1.58
90/20	3.00	0.50	2.01	3.99	50/10	-2.25	0.52	-3.27	-1.23
10/50	2.81	0.38	2.07	3.56	70/40	-2.16	0.36	-2.87	-1.45
10/70	2.44	0.31	1.82	3.05	70/10	-2.06	0.49	-3.03	-1.09
70/40	2.44	0.46	1.54	3.33	70/50	-2.06	0.41	-2.87	-1.25
70/30	2.34	0.42	1.52	3.17	90/50	-2.06	0.53	-3.10	-1.03
10/40	2.34	0.44	1.48	3.21	90/60	-1.78	0.50	-2.76	-0.80
90/60	2.25	0.45	1.37	3.13	90/80	-1.78	0.48	-2.73	-0.83
70/50	1.78	0.40	1.00	2.57	10/50	-1.50	0.38	-2.25	-0.75
90/70	1.78	0.42	0.95	2.61	30/10	-1.50	0.45	-2.38	-0.62
30/50	1.69	0.38	0.94	2.43	50/20	-1.50	0.45	-2.38	-0.62
70/20	1.69	0.35	0.99	2.38	10/60	-1.41	0.43	-2.24	-0.57
10/30	1.59	0.38	0.85	2.34	70/20	-1.41	0.43	-2.24	-0.57
70/80	1.50	0.43	0.67	2.33	10/70	-1.22	0.40	-2.00	-0.43
30/60	1.50	0.33	0.85	2.15	50/40	-1.22	0.46	-2.13	-0.31
50/10	1.50	0.43	0.67	2.33	50/30	-1.13	0.42	-1.95	-0.30
10/80	1.50	0.45	0.62	2.38	30/80	-1.03	0.40	-1.81	-0.26
10/20	1.41	0.40	0.61	2.20	30/20	-0.94	0.34	-1.61	-0.27
30/90	1.31	0.38	0.57	2.06	10/40	-0.84	0.28	-1.39	-0.30
10/60	1.31	0.38	0.57	2.06	10/80	-0.75	0.36	-1.45	-0.05
30/10	1.22	0.30	0.64	1.80	30/60	-0.66	0.32	-1.29	-0.02
50/20	1.22	0.35	0.53	1.91	90/70	-0.66	0.26	-1.17	-0.15
10/90	1.22	0.35	0.53	1.91	70/60	-0.56	0.25	-1.05	-0.07
50/70	1.13	0.29	0.55	1.70	10/30	-0.38	0.18	-0.72	-0.03
30/70	1.13	0.29	0.55	1.70	10/20	-0.38	0.22	-0.81	0.06
50/90	1.03	0.29	0.46	1.60	30/70	-0.38	0.18	-0.72	-0.03
50/40	1.03	0.42	0.21	1.85	50/80	-0.28	0.21	-0.69	0.12
50/80	0.94	0.34	0.27	1.61	30/90	-0.28	0.16	-0.59	0.03
30/40	0.84	0.24	0.37	1.32	50/90	-0.19	0.13	-0.44	0.07
70/60	0.75	0.33	0.10	1.40	50/70	-0.19	0.13	-0.44	0.07
30/20	0.66	0.26	0.15	1.17	30/50	-0.19	0.13	-0.44	0.07
50/30	0.66	0.22	0.22	1.09	10/90	-0.19	0.13	-0.44	0.07
30/80	0.66	0.22	0.22	1.09	50/60	-0.09	0.09	-0.28	0.09
70/90	0.47	0.20	0.09	0.85	70/90	-0.09	0.09	-0.28	0.09
50/60	0.28	0.16	-0.03	0.59	70/80	0.00	0.00	0.00	0.00
90/80	0.19	0.13	-0.07	0.44	30/40	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	1.68	0.07	1.55	1.81	Total	-1.16	0.06	-1.28	-1.04

Figura 14 – Gráfico e tabela dos resultados da condição de comparação de *contorno fraco* (B): no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo na referida condição de comparação, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias.

CONDICAO DE CONTORNO
(C)

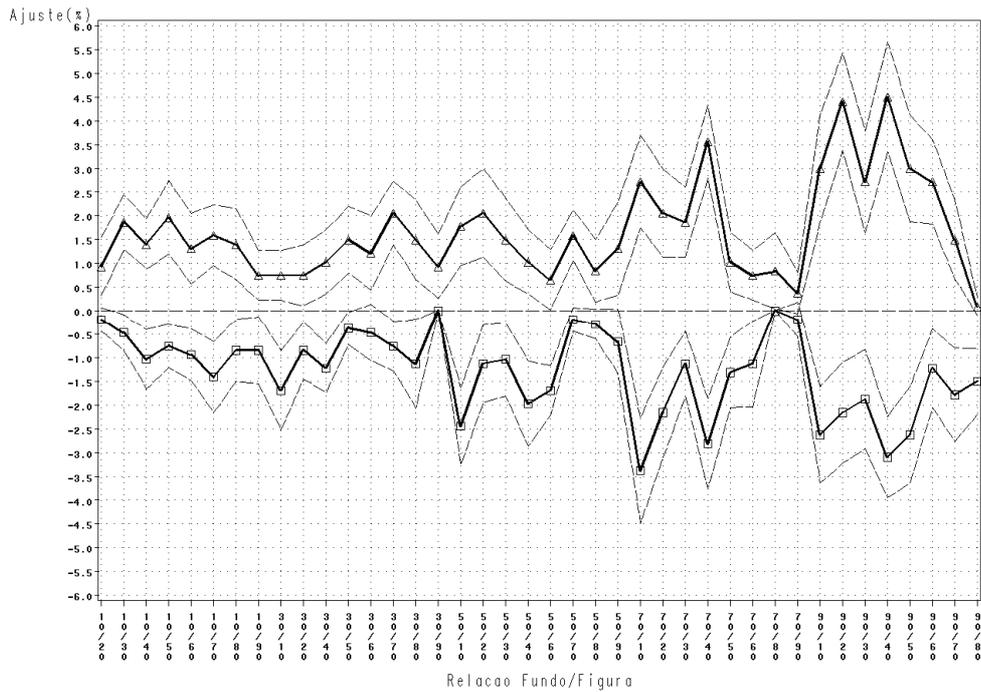


Condição de Contorno C - Percentual de Ajuste Médio e Intervalo de Confiança 95%

Fundo / Figura	Ajuste do Grupo Mais				Fundo / Figura	Ajuste do Grupo Menos			
	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%			Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%	
90/40	3.94	0.51	2.93	4.94	90/40	-3.84	0.61	-5.03	-2.66
10/50	3.75	0.56	2.66	4.84	90/10	-3.38	0.52	-4.39	-2.36
70/30	3.66	0.57	2.54	4.77	70/10	-3.09	0.53	-4.13	-2.05
90/10	2.81	0.47	1.90	3.72	90/30	-2.44	0.55	-3.51	-1.37
90/30	2.81	0.47	1.90	3.72	70/40	-2.44	0.49	-3.41	-1.47
30/70	2.72	0.45	1.83	3.61	90/20	-2.34	0.46	-3.25	-1.44
70/40	2.63	0.42	1.80	3.45	90/50	-2.16	0.51	-3.15	-1.16
30/50	2.53	0.41	1.73	3.33	70/20	-2.06	0.49	-3.03	-1.09
10/70	2.53	0.43	1.69	3.37	30/10	-1.78	0.52	-2.80	-0.76
10/60	2.34	0.46	1.44	3.25	50/10	-1.78	0.40	-2.57	-1.00
50/10	2.25	0.45	1.37	3.13	50/20	-1.69	0.52	-2.71	-0.67
90/20	2.25	0.54	1.19	3.31	50/40	-1.59	0.40	-2.39	-0.80
90/50	2.16	0.49	1.20	3.12	50/30	-1.22	0.42	-2.05	-0.39
10/40	2.06	0.41	1.25	2.87	10/50	-1.22	0.38	-1.96	-0.48
50/70	1.97	0.32	1.34	2.59	30/20	-1.22	0.40	-2.00	-0.43
10/30	1.97	0.35	1.29	2.65	70/50	-1.22	0.40	-2.00	-0.43
30/60	1.88	0.42	1.05	2.70	10/60	-0.94	0.34	-1.61	-0.27
30/80	1.88	0.38	1.14	2.61	10/70	-0.94	0.34	-1.61	-0.27
90/60	1.88	0.42	1.05	2.70	30/70	-0.84	0.31	-1.45	-0.24
70/20	1.78	0.42	0.95	2.61	90/60	-0.75	0.30	-1.34	-0.16
10/80	1.69	0.33	1.04	2.33	70/30	-0.75	0.33	-1.40	-0.10
70/50	1.50	0.47	0.59	2.41	90/70	-0.66	0.26	-1.17	-0.15
10/90	1.50	0.38	0.75	2.25	50/90	-0.56	0.28	-1.12	-0.01
90/70	1.50	0.30	0.91	2.09	70/60	-0.56	0.28	-1.12	-0.01
30/90	1.31	0.40	0.52	2.10	30/90	-0.56	0.31	-1.18	0.05
50/40	1.31	0.42	0.48	2.14	30/80	-0.47	0.24	-0.93	0.00
70/10	1.31	0.35	0.62	2.01	70/90	-0.38	0.29	-0.95	0.20
70/80	1.22	0.44	0.35	2.09	10/30	-0.38	0.18	-0.72	-0.03
50/30	1.22	0.26	0.70	1.74	10/80	-0.38	0.22	-0.81	0.06
50/80	1.22	0.35	0.53	1.91	10/40	-0.38	0.29	-0.95	0.20
50/20	1.22	0.38	0.48	1.96	50/80	-0.28	0.16	-0.59	0.03
30/40	1.13	0.29	0.55	1.70	90/80	-0.28	0.16	-0.59	0.03
50/90	1.03	0.32	0.41	1.66	30/50	-0.19	0.13	-0.44	0.07
10/20	0.75	0.27	0.22	1.28	10/90	-0.19	0.13	-0.44	0.07
30/10	0.66	0.32	0.02	1.29	30/60	-0.19	0.13	-0.44	0.07
30/20	0.56	0.21	0.15	0.97	70/80	-0.09	0.09	-0.28	0.09
90/80	0.47	0.30	-0.13	1.07	50/60	-0.09	0.09	-0.28	0.09
50/60	0.47	0.24	0.00	0.93	50/70	0.00	0.00	0.00	0.00
70/60	0.28	0.16	-0.03	0.59	30/40	0.00	0.00	0.00	0.00
70/90	0.28	0.21	-0.12	0.69	10/20	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	1.76	0.07	1.63	1.89	Total	-1.08	0.06	-1.20	-0.96

Figura 15 – Gráfico e tabela dos resultados da condição de comparação de *contorno médio* (C): no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo na referida condição de comparação, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias.

CONDICAO DE CONTORNO
(D)



Condição de Contorno D - Percentual de Ajuste Médio e Intervalo de Confiança 95%

Fundo / Figura	Ajuste do Grupo Mais				Fundo / Figura	Ajuste do Grupo Menos			
	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%			Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%	
90/40	4.50	0.59	3.35	5.65	70/10	-3.38	0.57	-4.49	-2.26
90/20	4.41	0.52	3.38	5.43	90/40	-3.09	0.44	-3.95	-2.24
70/40	3.56	0.39	2.80	4.33	70/40	-2.81	0.48	-3.76	-1.86
90/50	3.00	0.57	1.88	4.12	90/10	-2.63	0.52	-3.64	-1.61
90/10	3.00	0.57	1.88	4.12	90/50	-2.63	0.52	-3.64	-1.61
90/60	2.72	0.45	1.83	3.61	50/10	-2.44	0.41	-3.25	-1.63
70/10	2.72	0.49	1.75	3.68	70/20	-2.16	0.49	-3.12	-1.20
90/30	2.72	0.54	1.65	3.79	90/20	-2.16	0.54	-3.22	-1.09
50/20	2.06	0.48	1.13	2.99	50/40	-1.97	0.46	-2.87	-1.07
70/20	2.06	0.48	1.13	2.99	90/30	-1.88	0.53	-2.92	-0.83
30/70	2.06	0.34	1.39	2.73	90/70	-1.78	0.50	-2.76	-0.80
10/50	1.97	0.40	1.19	2.74	50/60	-1.69	0.27	-2.21	-1.16
70/30	1.88	0.38	1.14	2.61	30/10	-1.69	0.42	-2.52	-0.86
10/30	1.88	0.29	1.30	2.45	90/80	-1.50	0.36	-2.20	-0.80
50/10	1.78	0.42	0.95	2.61	10/70	-1.41	0.38	-2.15	-0.66
50/70	1.59	0.27	1.07	2.12	70/50	-1.31	0.38	-2.06	-0.57
10/70	1.59	0.33	0.95	2.24	30/40	-1.22	0.26	-1.74	-0.70
50/30	1.50	0.45	0.62	2.38	90/60	-1.22	0.42	-2.05	-0.39
30/50	1.50	0.36	0.80	2.20	70/60	-1.13	0.46	-2.03	-0.22
30/80	1.50	0.43	0.67	2.33	30/80	-1.13	0.48	-2.07	-0.18
90/70	1.50	0.43	0.67	2.33	70/30	-1.13	0.35	-1.81	-0.44
10/40	1.41	0.27	0.88	1.93	50/20	-1.13	0.42	-1.95	-0.30
10/80	1.41	0.38	0.66	2.15	50/30	-1.03	0.40	-1.81	-0.26
50/90	1.31	0.50	0.33	2.30	10/40	-1.03	0.32	-1.66	-0.41
10/60	1.31	0.38	0.57	2.06	10/60	-0.94	0.28	-1.49	-0.38
30/60	1.22	0.40	0.43	2.00	10/90	-0.84	0.36	-1.55	-0.13
50/40	1.03	0.35	0.35	1.71	10/80	-0.84	0.34	-1.50	-0.18
70/50	1.03	0.32	0.41	1.66	30/20	-0.84	0.31	-1.45	-0.24
30/40	1.03	0.35	0.35	1.71	10/50	-0.75	0.23	-1.21	-0.29
30/90	0.94	0.34	0.27	1.61	30/70	-0.75	0.27	-1.28	-0.22
10/20	0.94	0.31	0.32	1.55	50/90	-0.66	0.35	-1.34	0.03
70/80	0.84	0.41	0.04	1.65	10/30	-0.47	0.20	-0.85	-0.09
50/80	0.84	0.34	0.18	1.50	30/60	-0.47	0.30	-1.07	0.13
70/60	0.75	0.27	0.22	1.28	30/50	-0.38	0.18	-0.72	-0.03
30/20	0.75	0.33	0.10	1.40	50/80	-0.28	0.16	-0.59	0.03
30/10	0.75	0.27	0.22	1.28	50/70	-0.19	0.13	-0.44	0.07
10/90	0.75	0.27	0.22	1.28	70/90	-0.19	0.19	-0.56	0.18
50/60	0.66	0.32	0.02	1.29	10/20	-0.19	0.13	-0.44	0.07
70/90	0.38	0.22	-0.06	0.81	70/80	0.00	0.00	0.00	0.00
90/80	0.09	0.09	-0.09	0.28	30/90	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	1.67	0.07	1.54	1.81	Total	-1.28	0.06	-1.41	-1.16

Figura 16 – Gráfico e tabela dos resultados da condição de comparação de *contorno forte* (D): no gráfico estão representadas as médias estatísticas (linhas contínuas) e os intervalos de confiança (linhas tracejadas) das respostas dos participantes do *grupo mais* (metade superior) e do *grupo menos* (metade inferior); na tabela estão descritas as médias de ajuste dos participantes de cada grupo na referida condição de comparação, juntamente com os valores parciais e totais do erro padrão e do intervalo de confiança de 95% das referidas médias.

A Figura 17 apresenta o gráfico de comparação das relações entre as médias das respostas apresentados pelos participantes do *grupo mais* e do *grupo menos* em cada uma das 4 condições de comparação. Na metade superior do gráfico, ilustrada a partir do valor referencial de 0.0% até o valor positivo de 5.0% de ajuste, estão representadas as médias estatísticas das respostas dos participantes do *grupo mais* em relação a cada uma das 4 condições de comparação, e na metade inferior do gráfico, ilustrada a partir do valor referencial de 0.0% até o valor negativo de 5.0% de ajuste, estão representadas as médias estatísticas das respostas dos participantes do *grupo menos* também em relação a cada uma das 4 condições de comparação.

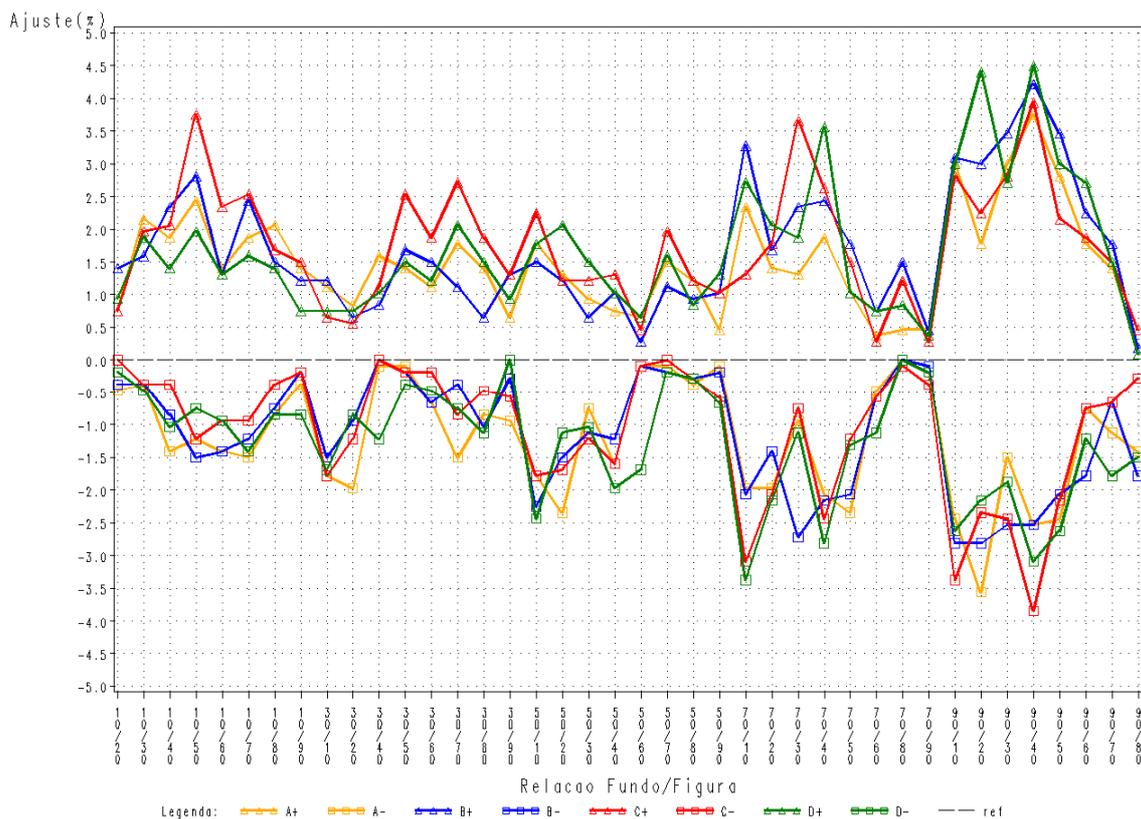


Figura 17 – Gráfico de comparação das médias de ajustes apresentados pelos participantes do *grupo mais* (metade superior do gráfico) e do *grupo menos* (metade inferior do gráfico) a partir da apresentação das 40 combinações de sobreposição de figura-fundo em cada uma das 4 condições de comparação (A, B, C e D).

Os valores positivos de ajuste visual apresentados pelos participantes do *grupo mais*, que realizaram o procedimento de identificação e escolha do estímulo de comparação nas 4

condições experimentais exclusivamente a partir de *variações crescentes* nos valores de gradação de cinza, ilustram as variações na percepção de luminosidade do efeito de contraste simultâneo de luminosidade criadas pela presença e pela variação física dos elementos formadores de contornos subjetivos e de sobreposição aparente. Para analisar estatisticamente a variabilidade das médias dos ajustes realizados no referido grupo, a partir dos resultados apresentados nas 4 condições de comparação (A, B, C e D), foram aplicados o teste estatístico de Duncan e a tabela de análise ANOVA (Figura 18).

	g.l.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Valor F	P-valor
Modelo	3	50.72	16.91	3.06	0.027
Erro	5116	28238.08	5.52		
Total	5119	28288.80			

Grupo Teste	Média	N	contorno
I	1.76016	1280	C
II	1.67813	1280	B
II	1.67344	1280	D
II	1.48828	1280	A

Figura 18 – Tabela ANOVA e Teste estatístico de Duncan relativos aos resultados apresentados pelos participantes do *grupo mais* nas 4 condições de comparação dos estímulos.

Com base nos dados apresentados pelo teste estatístico de Duncan em relação ao ajuste visual realizado pelos participantes do *grupo mais*, podemos verificar que os resultados obtidos a partir da condição de comparação C (*contorno médio*) concentraram-se exclusivamente no Grupo Teste I, estatisticamente distinto dos resultados obtidos a partir da condição de comparação A (*condição de controle* ou *sem contorno*), que se concentrou apenas no Grupo Teste II, e dos resultados obtidos a partir das condições de comparação B (*contorno fraco*) e D (*contorno forte*), que se concentraram simultaneamente nos Grupos Testes I e II. Com base no p-valor (0.027) encontrado na tabela de análise ANOVA, podemos verificar também que a variação do ajuste visual realizado pelos participantes do *grupo mais*

depende diretamente das respectivas condições de comparação, variando de forma estatisticamente significativa em relação às mesmas.

Tais resultados indicam que, em relação ao ajuste visual realizado pelos participantes do *grupo mais* no procedimento de identificação do estímulo padrão e escolha do estímulo de comparação nas 4 condições experimentais, a presença da formação do contorno subjetivo referente à composição clássica do quadrado de Kanizsa (condição de comparação C) foi responsável pela maior variação ilusória na percepção de luminosidade do efeito de contraste simultâneo de luminosidade. A superfície ilusória criada pela formação do contorno subjetivo, mesmo sendo fisicamente composta pela mesma graduação de cinza do quadrado de fundo no qual estava inserida, aparentemente foi percebida como sendo mais luminosa do que o mesmo, alterando a percepção de luminosidade tanto de sua superfície quanto do quadrado menor (figura) interno a referida formação.

A alteração na percepção de luminosidade dos participantes de *grupo mais* em relação às 40 combinações de estímulos de comparação, na condição de comparação C, aparentemente resultou de uma nova organização espacial entre os estímulos padrões, criada pela presença da formação do contorno subjetivo. Nesse contexto, a superfície ilusória criada pela formação do contorno subjetivo aparentemente desfez a relação de figura-fundo existente entre o quadrado menor e o quadrado maior, inserindo uma nova superfície nessa relação. Como indicam os resultados apresentados pelos participantes do *grupo mais*, uma nova relação de figura-fundo foi criada entre a superfície ilusória resultante da formação do contorno subjetivo e o quadrado menor, alterando a percepção de luminosidade dos participantes de forma semelhante ao ocorrente no efeito de contraste simultâneo de luminosidade: a superfície ilusória, percebida como sendo mais luminosa do que o fundo no qual estava inserida, influenciou a percepção de luminosidade do quadrado menor localizado internamente à mesma, passando este a ser percebido como sendo menos luminoso.

Em comparação direta com a condição de comparação A (*condição de controle* ou *sem contorno*), tal efeito não se mostrou significativamente evidente nas demais condições de comparação (condição B: *contorno fraco*, e condição D: *contorno forte*). Isso indica que, diferentemente do que ocorreu a partir da presença de elementos formadores do contorno subjetivo referente à composição clássica do quadrado de Kanizsa (condição de comparação C: *contorno médio*), as variações na percepção de luminosidade criadas pela alteração física de seus elementos formadores ou pela presença de elementos formadores de sobreposição aparente, mesmo sendo facilmente perceptíveis quando analisadas de forma não relacionada a outros efeitos, parecem não ser igualmente responsáveis por variações na percepção de luminosidade quando associadas ao efeito ilusório de contraste simultâneo de luminosidade.

Nesse contexto, os valores negativos de ajuste visual apresentados pelos participantes do *grupo menos*, que realizaram o procedimento de identificação e escolha do estímulo de comparação nas 4 condições experimentais exclusivamente a partir de *variações decrescentes* nos valores de gradação de cinza, ilustram as variações na percepção de luminosidade do efeito de contraste simultâneo de luminosidade criadas pelas mesmas variações. Para analisar estatisticamente a variabilidade das médias dos ajustes realizados no referido grupo, assim como realizado em relação às médias apresentadas pelos participantes do *grupo mais*, foram aplicados os testes estatísticos de Duncan e a tabela de análise ANOVA (Figura 19).

Tabela ANOVA					
	g.l.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Valor F	P-valor
Modelo	3	26.68	8.89	1.81	0.1434
Erro	5116	25164.75	4.92		
Total	5119	25191.42			

Comparação múltipla de médias - Teste de Duncan				
Grau de Erro = 5%				
Grupo	Teste	Média	N	contorno
I	I	-1.08281	1280	C
II	I	-1.1625	1280	B
II	I	-1.20703	1280	A
II	II	-1.28203	1280	D

Figura 19 – Tabela ANOVA e Teste estatístico de Duncan relativos aos resultados apresentados pelos participantes do *grupo menos* nas 4 condições de comparação dos estímulos.

Com base nos dados apresentados pelo teste estatístico de Duncan em relação ao ajuste visual realizado pelos participantes do *grupo menos*, podemos verificar que os resultados obtidos a partir da condição de comparação D (*contorno forte*) concentraram-se exclusivamente no Grupo Teste II, estatisticamente distinto dos resultados obtidos a partir da condição de comparação C (*contorno médio*), que se concentrou apenas no Grupo Teste I, e dos resultados obtidos a partir das condições de comparação B (*contorno fraco*) e A (*sem contorno* ou *condição de controle*), que se concentraram simultaneamente nos Grupos Testes I e II. Com base no p-valor (0.1434) encontrado na tabela de análise ANOVA, no entanto, podemos verificar que a variação do ajuste visual realizado pelos participantes do *grupo menos* parece não depender diretamente das respectivas condições de comparação, variando de forma estatisticamente imprecisa em relação às mesmas.

Tais resultados aparentemente indicam que, em relação ao ajuste visual realizado pelos participantes do *grupo menos* no procedimento de identificação do estímulo padrão e escolha do estímulo de comparação nas 4 condições experimentais, tanto a presença da formação do contorno subjetivo referente à composição clássica do quadrado de Kanizsa (condição de comparação C) quanto as demais variações nas condições de comparação criadas a partir da alteração física de seus elementos formadores ou pela presença de elementos formadores de sobreposição (B: *contorno fraco*, e D: *contorno forte*), não foram igualmente responsáveis por variações ilusórias significativas na percepção de luminosidade do efeito ilusório de contraste simultâneo de luminosidade.

A nova organização espacial dos elementos visuais componente dos estímulos padrões, criada pela presença da formação do contorno subjetivo (condições de comparação B, C e D), não alterou a percepção do efeito de contraste simultâneo de luminosidade dos participantes do *grupo menos* de forma específica e significativa em relação a nenhuma das 3 condições de comparação. Porém, quando analisamos a variação do ajuste visual dos

participantes do *grupo menos* em relação às médias de ajuste visual identificado nas 4 condições de comparação apresentados pelos participantes do *grupo mais*, conseguimos identificar variações paralelas ou complementares entre os resultados de ambos os grupos.

Quando na Figura 12 comparamos as médias dos ajustes visuais apresentados pelos participantes do *grupo mais* com as apresentadas pelos participantes do *grupo menos*, podemos identificar que o aumento na ilusão de luminosidade no *grupo mais*, criado a partir da presença das formações fracas e médias de contorno subjetivo (condições de comparação B e C, respectivamente), está diretamente relacionado à diminuição da ilusão de luminosidade no *grupo menos*, criado a partir da mesma presença das formações fracas e médias de contorno subjetivo (condições de comparação B e C, respectivamente). Relação semelhante ocorre quando comparamos a diminuição na ilusão de luminosidade do *grupo mais*, criada a partir da presença da formação forte de contorno subjetivo (condição de comparação D), estando essa diretamente relacionada ao aumento da ilusão de luminosidade no *grupo menos*.

Na comparação das médias dos ajustes visuais apresentados pelos participantes do *grupo mais* com as apresentadas pelos participantes do *grupo menos*, conseguimos identificar que os padrões de variação dos dados apresentados em um grupo acabam por complementar os padrões de variação dos dados apresentados pelo outro grupo. O aumento na ilusão de luminosidade do *grupo mais*, chegando ao valor máximo de 1.76% na condição de comparação C (*contorno médio*), e a equivalente diminuição na ilusão de luminosidade do *grupo menos*, chegando ao valor mínimo de 1.08% também na condição de comparação C (*contorno médio*), indicam que a presença da formação do contorno subjetivo referente à composição clássica do quadrado de Kanizsa alterou diretamente a percepção de luminosidade dos participantes de ambos os grupos, aumentando a ilusão de luminosidade dos participantes do *grupo mais* e diminuindo o mesmo efeito nos participantes do *grupo menos*.

5. DISCUSSÃO

De acordo com Schiffman (1995), para verificar a magnitude da ilusão perceptual criada pela presença da formação clássica de contorno subjetivo referente à composição clássica do quadrado de Kanizsa (condição de comparação C), quando comparada à condição de controle (condição de comparação A) no *grupo mais*, podemos utilizar como medida referencial o princípio psicofísico de sensibilidade relativa, conhecido como a *fração de Weber*. De acordo com a fração de Weber, independentemente de suas magnitudes ou intensidades físicas absolutas, dois estímulos devem diferir por uma proporção constante para que a diferença física entre eles seja perceptível. A fração de Weber indica, portanto, a proporção em que se deve mudar a intensidade de um estímulo para que essa mudança seja detectada, sendo essa proporção representada por uma constante relativa a uma dada dimensão do estímulo, tal como luminosidade, volume sonoro ou peso.

A magnitude das frações de Weber nos fornece a medida da sensibilidade geral necessária para a detecção de diferenças perceptíveis na intensidade dos estímulos em relação a uma dimensão sensorial em particular. De acordo com a tabela de frações identificadas por Weber na diferenciação de dimensões sensoriais específicas, é necessária uma variação de 7,9% na luminosidade de um estímulo para que essa seja visualmente percebida por um observador. Dessa forma, para que as variações ilusórias apresentadas pelo presente estudo fossem consideradas como variações significativas a partir do ponto de vista psicofísico, as mesmas deveriam apresentar valores de ajuste visual maiores do que 7,9% dos valores de gradação de cinza dos quadrados menores dos *estímulos de comparação*. Variações médias nos valores de ajuste visual que não ultrapassassem esse valor poderiam ser consideradas como variações não identificáveis ou não perceptíveis pelos participantes.

Analisando as médias de ajuste apresentadas pelos participantes do *grupo mais* em relação às 40 combinações de sobreposição de figura-fundo, podemos verificar que a relação de sobreposição composta pelo quadrado menor (figura) preenchido com gradação de 30% de cinza e pelo quadrado maior (fundo) preenchido com gradação de 70% de cinza apresentou ajustes médios bastante significativos (Figura 20). Na análise particular dessa relação de sobreposição podemos verificar que os ajustes visuais realizados pelos participantes, respectivamente entre as condições de comparação A e C, foram tanto *estatisticamente distintos*, quando comparados os grupos de análise apresentados pelo teste estatístico de Duncan (Grupos Teste II e I), as médias aritméticas (1.31 e 3.66) e os intervalos de confiança (0.52/2.10 e 2.54/4.77), quanto *psicofisicamente distintos*, quando comparados à fração de Weber específica para a gradação de 30% de cinza (2,37%).

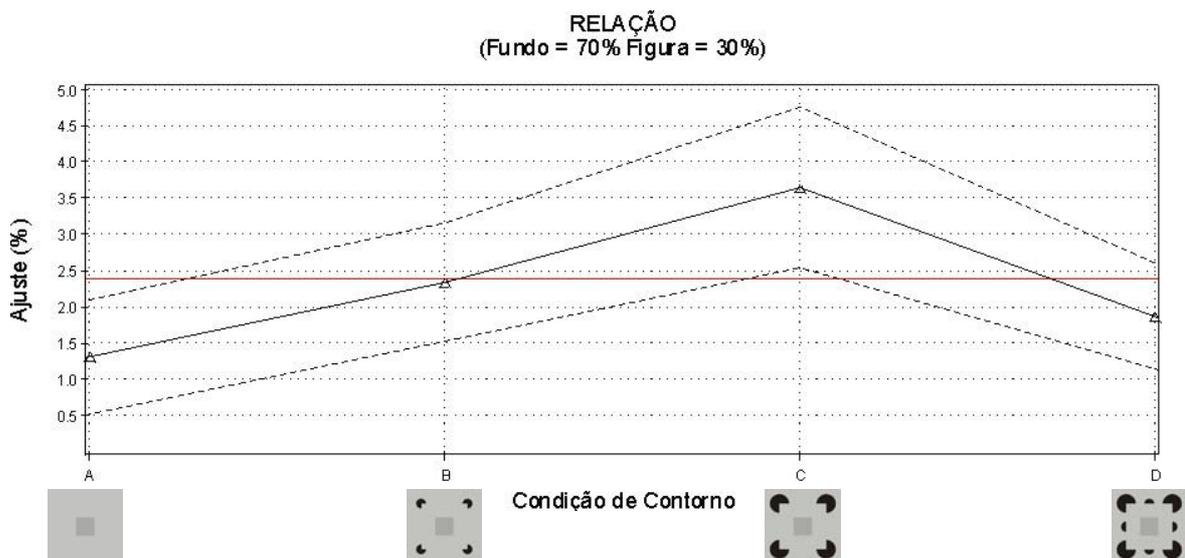


Figura 20 – Gráfico do ajuste visual apresentado pelos participantes do *grupo mais* na análise da relação figura 30% / fundo 70%, em relação às 4 condições de comparação (A, B, C e D).

Quando comparamos tais resultados com os apresentados por pesquisas anteriores, também relacionadas à influência da organização espacial dos estímulos na percepção de luminosidade dos mesmos, podemos identificar características comuns entre eles. Alan Gilchrist em sua pesquisa sobre o papel da percepção espacial na percepção de luminosidade

(Gilchrist, 1977) verificou que a percepção de gradação de cinza depende diretamente da relação de luminosidade entre superfícies que se encontram no mesmo plano e não da relação de superfícies meramente adjacentes na imagem formada na retina. Esta verificação aparentemente sugere que a percepção espacial de profundidade precede a percepção de luminosidade e também que teorias propostas exclusivamente com base no processamento sensorial da informação visual não conseguem explicar de forma satisfatória variações perceptuais resultantes de arranjos espaciais articulados.

Pesquisando sobre a relação entre a organização perceptual e a análise visual de luminosidade, Edward Adelson verificou que mudanças na interpretação perceptual das formas tridimensionais de uma superfície produziam fortes efeitos na percepção de luminosidade da mesma (Adelson, 1993). O pesquisador sugere que a influência das junções entre os diferentes planos da referida superfície possa representar elemento importante na determinação da organização perceptual e na conseqüente delimitação de tais efeitos. Posteriormente verificou que elementos complexos resultantes da organização espacial de agrupamento, como por exemplo as características físicas de proximidade e de similaridade, também poderiam estar associados à influência exercida pelas variações de junções na percepção visual de luminosidade (Adelson, 2000).

De forma semelhante à pesquisa desenvolvida por Stanley Coren (1969), onde se identificou que superfícies percebidas como figuras apresentavam efeitos de contraste de luminosidade maiores que planos percebidos como fundos, Walter Gerbino verificou que a forma convexa de um estímulo visual, semelhante à forma das figuras utilizadas no presente estudo (quadrados menores), pode favorecer a percepção de sua luminosidade quando o mesmo é percebido inserido num contexto de elementos côncavos distratores, semelhante à formação de contornos subjetivos (Gerbino & Nicolosi, 1996). Para eles, a convexidade dos estímulos favoreceu a percepção dos mesmos como figuras, podendo sua configuração física

ter influenciado também a percepção de luminosidade dos mesmos quando comparados a outros estímulos visuais, configurados fisicamente de forma côncava.

Frederick Bonato e Joseph Cataliotti, em sua pesquisa sobre os efeitos da relação de figura-fundo, da área percebida e da forma do estímulo na definição do limiar visual de luminosidade (Bonato & Cataliotti, 2000), verificaram que estímulos visuais percebidos como figuras, relativamente menores em área ou que não se agrupassem com outros elementos presentes no campo visual, foram percebidos como sendo mais luminosos pelos participantes da pesquisa do que efetivamente eram. Com base nesses resultados, Bonato e Cataliotti concluíram que não apenas a percepção de luminosidade, mas também o limiar visual de luminosidade é influenciado pela organização espacial dos estímulos no campo visual, não se relacionando tal processo apenas a mecanismos sensoriais ocorridos na retina.

Dessa forma, comparando-se os resultados apresentados no presente estudo com os apresentados em estudos anteriores, podemos verificar que a organização espacial e as características físicas dos estímulos desempenham papel importante na percepção visual de luminosidade, indicando inclusive que características psicofísicas clássicas como, por exemplo, o limiar visual de luminosidade, não podem ser analisadas exclusivamente a partir de informações fotométricas. Nesse contexto, um grupo significativo de características visuais e associativas entre os estímulos, identificadas de forma independente às relações adjacentes que determinam a base da teoria da inibição lateral (Cornsweet, 1970), parece desempenhar papel fundamental no sistema visual humano e na forma como representamos e interpretamos a informação sensorial presente no ambiente.

6. CONCLUSÃO

Mesmo sendo encontrada atualmente uma quantidade significativa de pesquisas que defendem a predominância sensorial no processamento da percepção de luminosidade (Anderson, 1997; Todorovic, 1997; Blakeslee & McCourt, 1999; Kelly & Grossberg, 2000; Ross & Pessoa, 2000), uma grande variedade de fenômenos visuais ligados a essa mesma submodalidade perceptual são diretamente relacionados a mecanismos complexos de processamento dos estímulos visuais como, por exemplo, a análise da iluminação, da profundidade espacial, da transparência e do agrupamento entre os estímulos (Knill & Kersten, 1991; Adelson, 1993; Schirillo & Shevell, 1993, 1997; Buckley e col., 1994; Anderson, 1997; Kingdom e col., 1997; Todorovic, 1997; Wishart e col., 1997; Gilchrist e col., 1999; Purves e col., 1999; Paradiso, 2000).

A partir dos resultados apresentados pelo presente estudo, podemos verificar que teorias baseadas exclusivamente no processamento sensorial da informação visual não explicam de forma completa a grande variedade de fenômenos e ilusões criadas a partir de formações complexas desses estímulos. Um ponto importante apresentado pelo presente estudo é o fato de que não apenas os fenômenos ilusórios baseados em características físicas bem definidas como, por exemplo, a iluminação ambiente e a definição do contorno, são responsáveis por variações ópticas na percepção de seus observadores, mas também podem ser incluídos a esse grupo de variações efeitos visuais complexos diretamente associados à organização espacial de figura-fundo criada a partir da formação de contornos subjetivos.

Com base nos ajustes médios apresentados pelos participantes do *grupo mais* podemos identificar que, em relação aos valores obtidos na condição de comparação A (*condição de controle* ou *sem contorno*), os ajustes ligados à presença da formação ilusória de contornos subjetivos de Kanizsa, representada pela condição de comparação C (*contorno médio*),

possuíram influência significativa na percepção ilusória de luminosidade dos participantes em relação à variação ocorrida na percepção do efeito de contraste simultâneo de luminosidade. Isso indica que, mesmo variações físicas criadas pela alteração de seus elementos estruturais e pela presença de estímulos formadores de sobreposição aparente não influenciando novas variações ilusórias, a presença da formação clássica de contornos subjetivos de Kanizsa apresentou-se como elemento diretamente relacionado ao processamento perceptual de tal efeito quando associado ao efeito de contraste simultâneo de luminosidade.

Tais resultados indicam que a análise perceptual do contexto visual criado pela organização espacial de figura-fundo, conseqüente da relação direta entre a superfície luminosa percebida a partir da formação ilusória de contornos subjetivos e elementos internos a essa formação, fornece elementos visuais significativos para a interpretação da luminosidade da cena analisada pelo observador. Dessa forma, o sistema visual aparentemente utiliza-se de associações complexas entre as características físicas dos estímulos visuais, como por exemplo, o agrupamento de elementos, a identificação de planos espaciais e o destaque visual das figuras analisadas em relação ao fundo no qual se encontram, para determinar a forma como os mesmos serão percebidos e interpretados pelo observador.

Os resultados apresentados pelo presente estudo mostram que a relação espacial de figura-fundo criada a partir da formação ilusória de contornos subjetivos, assim como as percepções de tamanho, profundidade e de agrupamento, podem influenciar significativamente a percepção visual de luminosidade. Com base no princípio de que percebemos em quase todas as situações de nossa experiência visual cotidiana objetos e superfícies como sendo aparentemente auto-luminosos, podemos sugerir de certa forma que tais resultados possivelmente refletem padrões perceptuais existentes na análise visual do mundo real. De forma mais específica, fontes luminosas são geralmente percebidas como

objetos (figuras) e não como contextos (fundos), sendo apresentadas de forma relativamente menor do que área onde se encontram.

Apesar de o presente estudo se concentrar nas características perceptuais da organização espacial que são importantes na percepção de luminosidade dos estímulos visuais e não nos mecanismos fisiológicos de tal fenômeno, podemos sugerir com base nos resultados apresentados pelo procedimento experimental realizado que a investigação por correlatos fisiológicos relacionados à explicação de tal fenômeno não pode concentrar-se exclusivamente no estudo dos processos retinianos de análise da informação visual. Dessa forma, uma investigação fisiológica completa deve incluir a análise detalhada das diversas regiões cerebrais relacionadas ao processamento da informação visual, descrevendo inclusive como essas diferentes áreas de processamento interagem entre si.

A partir de um ponto de vista evolutivo, nosso sistema visual parece ter se aperfeiçoado de modo a perceber estímulos visuais organizados como em ambientes reais, destacando tanto um estímulo de outro quanto um estímulo do contexto no qual este se encontra inserido. Estudos fisiológicos recentes mostrando que respostas neurais relacionadas à percepção de luminosidade podem ser encontradas na área cortical V1 (Hung e col., 2001; Kinoshita & Komatsu, 2001; e MacEvoy & Paradiso, 2001), quando associados a pesquisa onde verificou-se que a percepção de luminosidade em macacos (*Macaca mulatta*) e humanos é quantitativamente e qualitativamente bastante similar (Huang e col., 2002), representam importantes indicadores para o desenvolvimento de novas investigações sobre as regiões e os mecanismos neurais envolvidos no processamento perceptual de fenômenos visuais complexos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adelson, E. (1993). Perceptual organization and the judgement of brightness. *Science*, 262, 2042-2044.
- Adelson, E. (2000). Lightness Perception and Lightness Illusions. Em M. Gazzaniga (Org.), *The New Cognitive Neuroscience* (pp. 339-351). Cambridge: MIT Press.
- Anderson, B. (1997). A theory of illusory lightness and transparency in monocular and binocular images: the role of contour junctions. *Perception*, 26, 419-453.
- Bonato, F., & Cataliotti, J. (2000). The effects of figure-ground, perceived area, and target saliency on the luminosity threshold. *Perception & Psychophysics*, 62, 341-349.
- Blakeslee, B., & McCourt, M. (1999). A multiscale spatial filtering account of the White effect, simultaneous brightness contrast and grating induction. *Vision Research* 39: 4361–4377.
- Bradley, D., & Dumais, S. (1975). Ambiguous cognitive contours. *Nature*, 257, 582-584.
- Buckley, D., Frisby, J., Freeman, J. (1994). Lightness perception can be affected by surface curvature from stereopsis. *Perception* 23: 869–881.
- Coren, S. (1969). Brightness contrast as a function of figure-ground relations. *Journal of Experimental Psychology*, 80: 517-524.
- Cornsweet, T. (1970). *Visual Perception*. New York, NY. Academic Press.
- Frisby, J. (1980). *Seeing*. New York: Oxford University Press.
- Gerbino, W., & Nicolosi, L. (1996). Meaning affects preattentive figure/ground organization. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 37: S14.
- Gilchrist, A. (1977). Perceived lightness depends on perceived spatial arrangement. *Science*, 195, 185-187.

- Gilchrist, A., Kossyfidis, C., Bonato, F., Agostini, T., Cataliotti, J., Li, X., Spehar, B., Szura, J. (1999). An Anchoring Theory of Lightness Perception. *Psychology Review*, 106, (4):795-834.
- Helmholtz, H. (1962). *Treatise on Physiological Optics*. Nova Iorque: Dover (Originalmente publicado em 1866).
- Hering, E. (1964). *Outlines of a Theory of the Light Sense*. Cambridge: Harvard University Press (Originalmente publicado em 1874).
- Huang, X., MacEvoy, S., Paradiso, M. (2002). Macaque Brightness Perception. *The Journal of Neuroscience*, 22(21): 9618–9625.
- Hung, C., Ramsden, B., Chen, L., Roe, A. (2001). Building surfaces from borders in Areas 17 and 18 of the cat. *Vision Research* 41: 1389–1407.
- Hurvich, L., & Jameson, D. (1966). *The perception of Brightness and Darkness*. Boston: Allyn and Bacon.
- James, W. (1981). *The Principles of Psychology*. Nova Iorque: Dover (Originalmente publicado em 1890).
- Jory, M. , & Day, R. (1979). The relationship between brightness contrast and illusory contours. *Perception*, 8, 3-9.
- Kanizsa, G. (1976). Subjective contours. *Scientific American*, 234, 48-52.
- Kanizsa, G. (1979). *Organization in vision: Essays on Gestalt psychology*. Nova Iorque: Praeger.
- Katz, D. (1935). *The World of Colour*. Londres: Kegan Paul, Trench,Trubner & Co.
- Kelly, F., & Grossberg, S. (2000). Neural dynamics of 3-D surface perception: figure-ground separation and lightness perception. *Perception & Psychophysics* 62: 1596–1618.
- Kingdom, F. (1997). Simultaneous contrast: the legancies of Hering and Helmholtz. *Perception*, 26.

Kingdom, F., Blakeslee, B., McCourt, M. (1997). Brightness with and without perceived transparency: when does it make a difference? *Perception* 26: 493–506.

Kingdom, F. (1999). Old wine in new bottles? Some thoughts on Logvinenko's "Lightness induction revisited". *Perception*, 28.

Knill, D., & Kersten, D. (1991). Apparent surface curvature affects lightness perception. *Nature*, 351, 228-230.

Kinoshita, M., & Komatsu, H. (2001). Neural representation of the luminance and brightness of a uniform surface in the macaque primary visual cortex. *Journal of Neurophysiology* 86: 2559–2570.

Lent, R. (2001). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. 1ed. São Paulo, SP. Editora Ateneu.

Logvinenko, A. (1999). Lightness induction revisited. *Perception*, 28, 803-816.

MacEvoy, S., & Paradiso, M. (2001). Lightness constancy in primary visual cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98: 8827–8831.

Palmer, S. (1999). *Vision Science: Photons to Phenomenology*. 1ed. Cambridge, MA. Bradford Book, MIT Press.

Paradiso, M. (2000). Visual neuroscience: illuminating the dark corners. *Current Biology* 10: R15–R18.

Petry, S., & Meyer, G. E. (1987). *The perception of illusory contours*. New York: Springer-Verlag.

Purves, D., Shimpf, A., Lotto, R. (1999). An empirical explanation of the Cornsweet effect. *The Journal of Neuroscience* 19: 8542–8551.

Rock, I., & Palmer, S. (1990). The legacy of Gestalt psychology. *Scientific American*, 263, 84-90.

- Ross, W., & Pessoa, L. (2000). Lightness from contrast: a selective integration model. *Perception & Psychophysics* 62: 1160–1181.
- Rubin, E. (1915/1958). Figure and ground. Em D. C. Beardslee & M. Wertheimer (Eds.), *Readings in perception*. New York: D. Van Nostrand.
- Sabra, A. (1978). Sensation and inference in Alhazen's theory of visual perception. Em P. Machamer & R. Turnbull (Orgs.), *Studies in Perception: Interrelations in the History of Philosophy and Science* (pp. 160-161). Columbus: Ohio State University Press.
- Schein, S., & Desimone, R. (1990). Spectral properties of V4 neurones in the macaque. *Journal of Neuroscience*, 10, 3369-3389.
- Schiffman, H. R. (1995). *Sensation and Perception: An Integrated Approach*. 5ed. New York, NY. John Wiley & Sons, Inc.
- Schirillo, J., & Shevell, S. (1993). Lightness and brightness judgments of coplanar retinally noncontiguous surfaces. *Journal of the Optical Society of America* 10: 2442–2452.
- Schirillo, J., & Shevell, S. (1997). An account of brightness in complex scenes based on inferred illumination. *Perception* 26: 507–518.
- Spillmann, L., & Werner, J. (1996). Long-range interactions in visual perception. *Trends in Neuroscience*, 19, 428-434.
- Todorovic, D. (1997). Lightness and junctions. *Perception* 26: 379–394.
- Tse, P. (1998). Illusory volumes from conformation. *Perception*, 27, 977-992.
- Wertheimer, M. (1924/1950). Gestalt theory. Em W. D. Ellis (Ed.), *A sourcebook of Gestalt psychology* (pp. 1-11). New York: The Humanities Press.
- Wishart, K., Frisby, J, Buckley, D. (1997). The role of 3-D surface slope in a lightness/brightness effect. *Vision Research* 37:467–473.

ANEXO 1

CADASTRO DO PARTICIPANTE

Organização espacial na percepção visual de luminosidade.

Alexandre José Loureiro Ribeiro

Universidade de Brasília

Nome: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

Idade: _____ Habilidade manual: () Destro () Canhoto

Curso: _____ Semestre: _____

Período médio de sono por dia: _____ Noite passada: _____

Disfunção visual: () Sim: _____ () Não

Uso de lentes corretivas: () Sim / Grau: _____ () Não

Uso de computador: () Sim / Quantidade de horas por dia: _____ () Não

Período do dia de maior atividade física / intelectual: () Manhã () Tarde () Noite

Matrícula: _____ Brasília, _____ de _____ de 2005

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Organização espacial na percepção visual de luminosidade.

Alexandre José Loureiro Ribeiro

Universidade de Brasília

Este experimento faz parte do projeto de pesquisa em Percepção Visual do mestrando ALEXANDRE JOSÉ LOUREIRO RIBEIRO e procura investigar o papel da organização espacial dos estímulos na percepção visual de luminosidade. De forma mais específica, esta pesquisa está sendo realizada com o intuito de verificar se a forma como as imagens são distribuídas no campo visual pode facilitar ou dificultar a análise visual das mesmas. Para isso, nosso grupo de trabalho desenvolveu um procedimento experimental simples, no qual sua participação é fundamental.

Sua participação em nosso procedimento experimental consiste em escolher, dentre alguns estímulos de comparação apresentados na tela do computador, qual é o que possui as mesmas características do estímulo padrão. Tais estímulos serão apresentados de forma simultânea na tela de um computador localizado dentro de uma sala escura e sua tarefa constitui em identificar, através de um clique com o cursor controlado pelo mouse, qual a sua alternativa de resposta que possui as mesmas características do estímulo base, localizado no centro da tela.

Não existem quaisquer riscos ou desconfortos associados à sua participação no procedimento experimental. Entretanto, você está completamente autorizado a desistir do experimento a qualquer momento, mesmo durante a realização da sessão experimental, que terá duração aproximada de 40 minutos. Necessitando de assistência durante a preparação e/ou durante a realização do procedimento, basta solicitar a presença do experimentador responsável pela sessão experimental, que estará aguardando o encerramento de sua participação do lado de fora da sala. Assim, se necessário, você terá suas dúvidas esclarecidas tanto antes quanto durante o experimento.

Garantimos o sigilo e a privacidade de sua identidade deixando claro que você tem total liberdade de se recusar em participar e também de retirar seu consentimento, sem punição ou prejuízo algum, através dos telefones (61) 9959-7408 / (61) 8442-4392, ou através do e-mail alexribeiro@unb.br.

Matrícula do aluno: _____ Brasília, _____ de _____ de 2005

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

