



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Ciências da Saúde

Exploração do Efeito de Crowding ao Perto

Nathalie Nogueira de Andrade

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Optometria - Ciências da Visão
(2º Ciclo de estudos)

Orientadora: Prof^a. Doutora Amélia Nunes

Covilhã, Outubro 2013

“Most people say that it is the intellect which makes a great scientist.

They are wrong: it is character.”

Albert Einstein

Agradecimentos

As minhas primeiras palavras de agradecimento têm que ser obrigatoriamente dirigidas para os meus pais, pois sem o vosso amor incondicional, sem o carinho e o apoio contínuo que vocês me dão, eu não seria capaz de alcançar os meus objetivos e os meus sonhos. Agradeço todos os esforços que fizeram para que eu pudesse continuar os meus estudos e por acreditarem sempre nas minhas capacidades. Obrigado por me terem incutido a alegria de viver e a confiança necessária para realizar os meus sonhos. Vocês são o meu exemplo de vida e o meu orgulho... Amo-vos muito.

Gostaria de aproveitar esta oportunidade para agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Amélia Nunes, pela colaboração, pela paciência e pelo conhecimento transmitido durante todo o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também pela sua disponibilidade, assim como pelas críticas construtivas, correções e sugestões relevantes feitas durante a orientação.

Agradeço ao Professor Doutor Francisco Brardo o tempo disponibilizado na elaboração das cartas de crowding em Matlab, pois sem a sua dedicação e conhecimento a metodologia deste trabalho certamente não seria a utilizada.

Aos meus irmãos e ao meu Avô que sempre me acolheram calorosamente apesar da distância ser muita. A eles agradeço o sorriso intemporal e os abraços aconchegantes que me oferecem cada vez que eu chego a casa. Obrigado pela preocupação e por me perguntarem sempre “quando é que vens cá?” cada vez que me telefonam... Adoro-vos.

Ao Carlos Velosa, agradeço a força transmitida, a paciência e a amizade demonstrada ao longo deste percurso académico, por aliviar os momentos de maior tensão e por partilhar os momentos de maior alegria e de realização pessoal. Obrigado pelo companheirismo, pela compreensão e a segurança que me transmites quando estou contigo. Agradecer-te não é um gesto que se põe em papel, mas algo que se partilha ao longo da vida. No entanto... Obrigado

A todos os alunos que participaram neste estudo e sem os quais esta investigação não teria sido possível. Obrigado pela vossa disponibilidade.

Aos amigos, em especial à Sofia Mateus e ao Luís Costa, pelas sessões de estudo ao domingo, pela compreensão dos meus devaneios, pela amizade verdadeira e por acreditarem sempre em mim; à Stephanie Correia e a Maria Lopes, que apesar dos quilómetros que nos separam estão sempre presentes com uma palavra amiga.

À minha família, agradeço o apoio e o incentivo que me dão para alcançar os meus objetivos. Finalmente gostaria de deixar um agradecimento à “família Optiser”, pelo apoio e amizade demonstrada.

Ninguém vence sozinho... por isso Obrigado a todos.

Resumo

Objetivo: O crowding é um fenómeno que acontece nas diferentes situações no nosso dia-a-dia. Apesar de muito explorado na visão de longe, pouco se conhece do seu efeito produzido na visão de perto. Como tal, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a existência ou não do fenómeno a uma distância de 40 cm numa faixa etária jovem (dos 18 aos 30 anos).

Procedimentos: Avaliaram-se 18 jovens (9 homens e 9 mulheres), todos estudantes da Universidade da Beira Interior (UBI), com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos (média de idades: $22,77 \pm 3,25$ anos). O protocolo de trabalho incluiu a medida da Acuidade Visual (AV) simples e a AV de crowding com distratores em forma de barras (|) e em forma de C's, com diferentes espaçamentos entre o estímulo alvo e os estímulos distratores, perfazendo um total de 8 medidas de Acuidade Visual de crowding. Todos os participantes foram sujeitos a um exame optométrico que incluiu a avaliação do estado refrativo, binocularidade e acomodação. Só foram incluídos no trabalho voluntários com visão binocular normal.

Resultados: Os resultados revelam que as cartas de acuidade visual produzidas para este estudo são repetíveis ($p \geq 0,05$). Na comparação entre a AV simples e as diversas AV de crowding (cartas de AV com diferentes distratores e com diferentes espaçamentos), encontraram-se diferenças estatisticamente significativas entre a acuidade visual simples e as acuidades visuais de crowding, sugerindo que a visualização dos estímulos sem distratores é mais fácil.

Conclusão: A população estudada indica-nos que à partida existe crowding ao perto e que quanto menor é o espaçamento entre o estímulo alvo e o distrator, menor é a acuidade visual de crowding, ou seja, o índice de crowding é maior. Verificou-se também que as cartas de AV produzidas para este estudo são repetíveis, pois não revelaram diferenças quando aplicadas com uma semana de diferença e em voluntários diferentes. O presente estudo sugere que o fenómeno de crowding é mais significativo na visão perto do que na visão de longe.

Palavras-chave

Crowding ao perto, cartas de acuidade visual de crowding, distratores, acuidade visual.

Abstract

Purpose: Crowding is phenomenon that occurs in different situations in our day-to-day. However, despite much explored in the far vision, little is known about its effect produced in the near vision. As such, the present work aims to evaluate the existence of the phenomenon at a distance of 40 cm in a young age group (from 18 to 30 years).

Procedures: It was evaluated 18 young people (9 men and 9 women), all students of the University of Beira Interior (UBI), aged between 18 and 30 years (mean age: $22,77 \pm 3,25$ years). The working protocol included the measurements of the simple Visual Acuity (VA) and of the crowded VA with distractors in the form of bars (|) and in the form of C's, with different distances between the target stimulus and the distractor stimuli, making a total of 8 measures of the crowded Visual Acuity. All participants were subject to an optometric examination which includes the evaluation of the refractive state, binocularity and accommodation. Only volunteers with normal vision were included in the study.

Results: The results show that the visual acuity cards produced for this study are repeatable ($p \geq 0,05$). When comparing the simple VA with the several crowded VA (VA cards with different distractors and with different spacings), we found statistically significant differences between the simple visual acuity and the crowded visual acuities, suggesting that the visualization of the stimuli without distractors is easier.

Findings: The population studied indicates to us that in principle there exists near crowding and that the lower is the spacing between the target stimulus and the distractor, the lower is the crowded visual acuity, that is, the crowding index is higher. It was also confirmed that the visual acuity cards produced for this study are repeatable because no differences were revealed when applied with one week of spacing and in different volunteers. The present study suggests that the phenomenon is more significant in the near vision than in the far vision.

Keywords

Near crowding, crowded visual acuity cards, distractors, visual acuity.

Índice

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Índice de figuras	xiii
Índice de gráficos	xv
Índice de tabelas.....	xvii
Lista de Acrónimos.....	xix
Capítulo I - Introdução	1
Capítulo II - Crowding	3
2.1 Definição de crowding.....	3
2.2 Características do crowding.....	5
2.2.1 Índice de crowding.....	7
2.3 Visualização dos objetos.....	7
2.3.1 Cartas de acuidade visual de crowding.....	7
2.3.2 Letras.....	9
2.3.3 Rostos	11
2.3.4 Outros estímulos.....	12
2.4 Crowding ao perto	14
2.5 Evolução histórica do conhecimento atual sobre crowding	15
Capítulo III- Metodologia	17
3.1 Amostra	17
3.1.1 Critérios de Inclusão e Exclusão	17
Critérios de inclusão:.....	17
Critérios de exclusão:	17
3.2 Material	18
3.2.1 Cartas de AV de crowding para visão de longe	18
3.2.2 Cartas crowding para a visão de perto	19
3.3 Procedimento.....	20
3.3.1 Procedimento adotado na recolha de dados, passo a passo.	20
3.3.2 Procedimento para a análise dos dados	23
Capítulo IV - Resultados	25
4.1 Estabilidade temporal da medida de AV	25
4.2 Diferenças entre AV simples e as AV's de crowding.....	28

4.3 Diferenças entre as AV's de crowding	32
4.4 Índice de Crowding	34
Capítulo V - Discussão.....	37
Capítulo VI - Conclusão	39
Projetos futuros / Sugestões para Investigações Futuras.....	39
Capítulo VII - Bibliografia	41
Anexos	45
Anexo A - Outros exemplos de cartas de crowding	45
Anexo B - Parecer ético	46
Anexo C - Consentimento informado.....	47
Anexo D - Ficha optométrica	48
Anexo E - Matriz de aleatoriedade ao longe e ao perto	50

Índice de figuras

Figura 2.1 - Crowding na condução - Ao focar os trabalhos no fundo da rua, não conseguimos distinguir a criança do lado esquerdo devido aos sinais de trânsito, porém conseguimos reconhecer a criança do lado direito.....	3
Figura 2.2 - Contexto semântico do Crowding: ao olhar para a cruz central conseguimos visualizar os restantes distratores, porém não os conseguimos reconhecer.....	4
Figura 2.3 - Detalhe de um optótipo.....	5
Figura 2.4 - Excentricidade da retina em graus.....	5
Figura 2.5 - Manchas de Gabor - Diferentes posições do estímulo, colocados no mesmo alinhamento	6
Figura 2.6 - Carta de crowding ao perto de <i>Kay</i>	8
Figura 2.7 - <i>Cambridge crowding cards</i>	8
Figura 2.8 - Cartas de LEA para o crowding.....	9
Figura 2.9 - Exemplo da experiência com os E's de snellen em A e exemplo dos estímulos da experiência utilizando C em B.....	10
Figura 2.10 - Quantidade de cones e bastonetes do olho direito, consoante o ângulo visual do olho.....	10
Figura 2.11 - Espaçamento crítico com letras- Ao observar o sinal “-“ a vermelho consegue-se, facilmente reconhecer o <i>r</i> isolado, porém já é difícil a sua visualização quando acompanhado por outras letras (neste exemplo as vogais <i>a</i> e <i>e</i>).....	11
Figura 2.12 - Crowding nos rostos- Os rostos de Arnold Schwarzenegger e Elvis Presley são rostos conhecidos, porém quando se fixa o menos vermelho, que está entre eles, já não se consegue distinguir um do outro. Contudo, se nos aproximarmos da imagem, já somos capazes de diferenciar algumas partes.....	11
Figura 2.13 - Crowding em diferentes objetos do nosso dia-a-dia. Ao olhar para o menos a vermelho, dificilmente se consegue reconhecer quais os objetos que estão à direita. Contudo, ao fixar o +/- já os conseguimos reconhecer, isto é devido à direção e a posição do espaçamento crítico no campo visual.....	13
Figura 2.14 - Objetos numa escala cinza, do nosso quotidiano na posição radial e tangencial.....	14

Figura 3.1 - C's de Sloan isolados para medição da Acuidade Visual simples.....	18
Figura 3.2 - C's de Sloan rodeados por barras para medição da AV de crowding com distratores em forma de barras (AVb).....	18
Figura 3.3 - C's de Sloan rodeados por C's para medição da AV de crowding com distratores em forma de C's (AVc).....	18
Figura 3.4 - Cada optótipo é constituído por 5 detalhes em minutos de arco.....	19
Figura 3.5 - Exemplificação do cálculo das separações entre o alvo e o distrator.....	19
Figura 3.6 - Estímulos visualizados ao perto- Em A, acuidade visual de crowding com o espaçamento de 0,5 vezes o tamanho do detalhe. Em B, acuidade visual com distratores em forma de barras com o espaçamento de 0,5 vezes o tamanho do detalhe.....	20

Índice de gráficos

Gráfico 4.1 - Diferença entre AV simples e de crowding para o longe.	30
Gráfico 4.2 - AV simples e AV de crowding ao perto.	32
Gráfico 4.3 - Visualização gráfica das AV's de crowding nas diferentes separações.....	33
Gráfico 4.4 - Visualização gráfica das AV's de crowding nas diferentes separações.	34

Índice de tabelas

Tabela 4.1 - Valores médios, desvio padrão das duas primeiras semanas de visualização e valores de significância do teste Wilcoxon entre a primeira e a segunda semana de estudo para o longe.....	25
Tabela 4.2 - Valores médios, desvios padrão das duas primeiras semanas de visualização e valores de significância entre a primeira e a segunda semana de estudo para o perto.	26
Tabela 4.3 - Teste de Significância para AV simples e de crowding para o longe.	29
Tabela 4.4 - Médias da AV simples e da AV de crowding com distratores em forma de barras ao perto.	31
Tabela 4.5 - AV's de crowding para o longe.....	32
Tabela 4.6 - AV's de crowding para o perto.....	33
Tabela 4.7 - Índice de crowding.	35

Lista de Acrónimos

AV	Acuidade Visual simples
AVb	Acuidade visual de crowding rodeados por barras
AVc	Acuidade visual de crowding rodeados por C
AVb2	Acuidade visual de crowding rodeado por barras com separação entre o alvo e os distratores de 2 vezes o tamanho do detalhe
AVb1.5	Acuidade visual de crowding rodeado por barras com separação entre o alvo e os distratores de 1.5 vezes o tamanho do detalhe
AVb1	Acuidade visual de crowding rodeado por barras com separação entre o alvo e os distratores do tamanho do detalhe
AVb0.5	Acuidade visual de crowding rodeado por barras com separação entre o alvo e os distratores de 2 vezes o tamanho do detalhe
AVc2	Acuidade visual de crowding rodeado por C com separação entre o alvo e os distratores de 2 vezes o tamanho do detalhe
AVc1.5	Acuidade visual de crowding rodeado por C com separação entre o alvo e os distratores de 1.5 vezes o tamanho do detalhe
AVc1	Acuidade visual de crowding rodeado por C com separação entre o alvo e os distratores do tamanho do detalhe
AVc0.5	Acuidade visual de crowding rodeado por C com separação entre o alvo e os distratores de 0.5 vezes o tamanho do detalhe

Capítulo I - Introdução

1. Contextualização do Tema

Nas últimas décadas tem havido um grande esforço por parte da comunidade científica para entender o fenômeno do crowding, tendo-se verificado um aumento de publicações em toda a parte do mundo.

Os fatores determinantes para o aumento do interesse por este ramo de investigação deve-se à falta de compreensão do fenômeno e de consenso nas teorias propostas acerca do seu funcionamento. Como ainda é uma área em exploração, cada estudo realizado dá a sua contribuição para um melhor entendimento sobre o processo físico, ótico, psicológico e fisiológico, que envolve o reconhecimento de um objeto rodeado por outros objetos.

O crowding não afeta só a visão normal das pessoas limitando o desempenho visual, mas também tem importantes implicações clínicas em certos pacientes, tais como sujeitos com degeneração macular, com ambliopia ou com dislexia, [1]. O grau de dislexia pode ser verificado pela utilização de cartas de crowding, verificando o seu desempenho na leitura, [2].

Os estudos sobre o entendimento do efeito de crowding têm sido essencialmente aplicados em pessoas sem dificuldades visuais, nas diferentes faixas etárias e tem-se estudado exaustivamente o efeito do crowding ao longe. Nos estudos iniciais, o procedimento abordado usa como estímulo visual as diferentes letras do abecedário ou então as letras de *Snellen*, [3]. Porém agora é mais frequente visualizar-se *Manchas de Gabor* ou objetos normais do nosso quotidiano. Com a utilização das *Manchas de Gabor* e de objetos do nosso dia-a-dia, os trabalhos de investigação estão mais focados para a área da compreensão do crowding quando se modifica a orientação, a saturação, a tonalidade, o contraste e o tamanho dos estímulos, [4]. Assim consegue-se perceber se o fenômeno do crowding afeta todas as situações ou apenas numa determinada tarefa.

Em relação à distância de perto, existem poucos estudos sobre o crowding e os que foram publicados até à data tecem considerações à temática através da velocidade de leitura e de outras características associadas à leitura. Muito recentemente foi publicado um estudo sobre o fenômeno do crowding ao perto em crianças, no qual os autores utilizam os símbolos de LEA como estímulo. Essa publicação representa o ponto de viragem no estudo do fenômeno de crowding a uma distância de 40 cm, [5].

Pelos resultados dos estudos do crowding realizados ao perto (símbolos de LEA e velocidade de leitura, [5],[6]), pode-se afirmar que realmente o fenômeno está presente a esta distância, porém ainda não existe informação suficiente para comprovar a sua relevância no nosso dia-a-dia com o mesmo impacto como ao longe.

2. Objetivos

Um dos objetivos deste estudo é fornecer mais informação sobre o crowding ao perto, pois quase todos os trabalhos divulgados até à data na literatura só se referem à distância de longe. A realização desta dissertação tem como principal objetivo construir e verificar a repetibilidade das cartas de acuidade visual de crowding com o mesmo desenho, tanto para o longe como para o perto. De seguida com os dados obtidos pretende-se calcular o índice de crowding ao longe e ao perto e averiguar se têm ou não a mesma dimensão para diferentes separações entre o estímulo alvo e os estímulos distratores.

3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação é composta por cinco capítulos, em que no capítulo I faz-se uma breve introdução ao tema do trabalho.

No capítulo II faz-se uma revisão bibliográfica onde se apresenta a definição do tema e as suas características, os estímulos estudados e outro tipo de estímulos que se encontram descritos na literatura. De seguida enumera-se algumas conclusões sobre os estudos em visão ao perto e o capítulo continua com a apresentação de uma breve evolução histórica sobre os aspetos mais relevantes na descoberta do crowding e das suas contribuições.

No capítulo III descreve-se a metodologia de trabalho para a elaboração do presente estudo, referindo materiais, caracterização da amostra e definição dos procedimentos estatísticos usados afim de se obter os resultados mencionados na observação dos dados.

No capítulo IV apresentam-se os resultados da pesquisa.

No capítulo V discutem-se dos resultados enumerados no capítulo anterior.

No Capítulo VI apresentam-se as conclusões do trabalho elaborado assim como sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo II - Crowding

2.1 Definição de crowding

O *crowding* é geralmente definido como a influência da interação lateral entre um alvo e os objetos que o rodeiam, dificultando a detecção e a discriminação do alvo. Inicialmente, a definição do fenômeno foi baseada na acuidade visual de uma letra rodeada por outras letras ou contornos, que normalmente gerava dificuldades de reconhecimento visual em comparação à visualização da mesma letra isolada, [5].

Uma das recentes descobertas sobre a definição do *crowding* é que, apesar do tamanho do objeto ser essencial, o seu reconhecimento e o contexto da ação em questão também são fundamentais para a sua percepção. Por essa razão, a sua definição foi alterada para: “O *crowding* é um fenômeno que estabelece o limite fundamental sobre a percepção visual consciente e o reconhecimento do objeto no seu campo visual, ou seja, a incapacidade de reconhecer objetos quando estes se encontram rodeados por outros”, [7].

O *crowding* não só é fundamental no estabelecimento de limites para a percepção dos objetos, como para o movimento dos olhos e das mãos, na busca visual, na leitura, e noutras funções da visão periférica, mas também na ambliopia e na visão em desenvolvimento. O fenômeno prejudica não só a discriminação das características do objeto e dos seus contornos, mas também a capacidade de reconhecer e reagir adequadamente aos objetos visualizados no campo visual.

Com ajuda dos movimentos oculares regulares, conseguimos estabelecer e manter a ilusão de uma representação contínua e de alta resolução do nosso campo visual, [8]. Contudo, esta aparência perfeita desaparece facilmente quando tentamos descrever os detalhes dos objetos no campo visual periférico, demonstrando assim o declínio da acuidade visual na visão periférica, [7].



Figura 2.1 - Crowding na condução - Ao focar os trabalhos no fundo da rua, não conseguimos distinguir a criança do lado esquerdo devido aos sinais de trânsito, porém conseguimos reconhecer a criança do lado direito, [7].

O estudo deste fenômeno pode levar a uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos no reconhecimento dos objetos. Estes podem ser facilmente identificados isoladamente mas parecem indistinguíveis ou confusos quando acompanhados por outros estímulos, ver figura 2.1, [7].

Na visualização da figura 2.1 podemos observar o efeito do crowding numa situação real do nosso dia-a-dia. Esta simulação também foi estudada em laboratório por *Pöder* em 2006 [9], onde concluiu que na observação de um estímulo simples a acuidade visual é quase perfeita, mas quando é colocado um anel de distratores à sua volta, o efeito de Crowding é observado.

O estudo de *Pöder* mostrou também que com o aumento do número de distratores, a performance visual é recuperada em cerca de 80-95%, sugerindo-nos que ao adicionarmos mais um conjunto de distratores cria-se uma inibição do efeito do crowding provocado pelos primeiros distratores do alvo. O aumento da performance visual não depende só do aumento do número de distratores mas também da distância entre o alvo e o distrator, pois quanto mais perto estiverem mais crowding vai existir, [9].

Quando o estímulo visualizado possui o mesmo contraste (entre o alvo e os distratores) pode haver saliência do alvo devido à sua localização no contexto espacial, temporal ou semântico, ver figura (2.2), [10]. No entanto quando esses objetos possuem diferentes contrastes e são ricos em pormenores, oferecem alguma proteção ao crowding em relação a contrastes uniformes como silhuetas ou letras, [11].



Figura 2.2 - Contexto semântico do Crowding: ao olhar para a cruz central conseguimos visualizar os restantes distratores, porém não os conseguimos reconhecer, [7].

2.2 Características do crowding

Ao longo dos anos, nos estudos sobre o crowding, verifica-se que vários autores confundiram o fenômeno do crowding com *masking*¹, *lateral masking*² e *surround suppression*³. Nalguns casos, o crowding foi designado como sendo um efeito do *masking*, baseando-se no limiar de elevação de confusão, que é semelhante nos dois contextos, [12].

Atualmente, a definição de crowding está mais especificada e a sua identificação pode ser conseguida de forma correta de modo a satisfazer os características abaixo mencionados:

- O crowding não suprime os estímulos adjacentes, apenas provoca a sua inibição, ver fig 2.2, [13].
- O alvo e os distratores centrais são percebidos como tendo o máximo de contraste quando estes podem não o ter, [13].
- O espaçamento crítico (sendo a separação mínima que produz um efeito de crowding mais elevado, *Bouma* [14]), corresponde a cerca de 0,5 do detalhe de um optótipo, ver fig 2.3. Para um estímulo com φ excentricidade, ver fig 2.4, é necessário que não haja letras/distratores numa distância de $0,5\varphi$ dessa excentricidade para se considerar que existe um total isolamento do alvo.

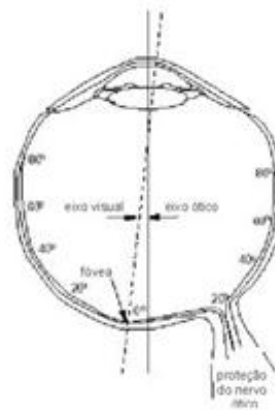


Figura 2.3 - Detalhe de um optótipo, [15]. Figura 2.4 - Excentricidade da retina em graus, [16].

- O crowding é anisotrópico- os alvos posicionados na diagonal produzem mais confusão do que posicionados nas orientações cardinais, [17]. O fenômeno também é mais elevado quando observamos o alvo e o distratores na horizontal,

¹ *Masking* - Capacidade de um padrão reduzir a discriminação de um alvo, onde o alvo e a máscara se sobrepõem.

² *Lateral Masking* - Incapacidade de discriminar um alvo devido à aproximação de outros estímulos, porém não existe sobreposição.

³ *Surround suppression* - Redução da visibilidade de um estímulo visual ou da diminuição do disparo neuronal causado pela apresentação de um estímulo circundante.

do que quando dispostos na vertical, ver fig 2.5 a. Contudo, a visualização contrária, isto é, estímulos na vertical dispostos verticalmente gera ainda mais efeito de crowding que na posição anterior, ver fig 2.5 b. Este resultado é válido para os quatro quadrantes do campo visual e para as *Manchas de Gabor*. Pois com outros estímulos (C e T) a orientação horizontal (alvo e distratores em linha) provocam mais efeito de crowding do que na vertical. Em relação a acuidade visual, o efeito do Crowding é ligeiramente mais significativo na direção horizontal do que na vertical, mas o autor sugere que poderá estar relacionado com os nossos hábitos de leitura na horizontal, [18].

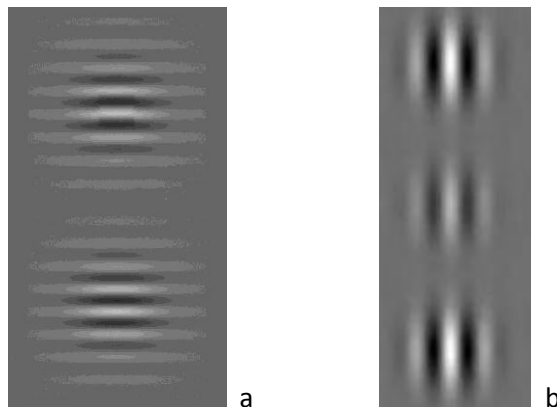


Figura 2.5 - *Manchas de Gabor* - Diferentes posições do estímulo, colocados no mesmo alinhamento, [14].

- O crowding é assimétrico- *Bouma* observou que dois distratores (um em cada lado do alvo) produzem um efeito mais relevante do que só um distrator, [14]. Por outro lado existe, também assimetria na visualização do distrator, pois há mais efeito de crowding no lado exterior do distrator em relação ao seu lado interior (lado que está virado para o alvo). Em relação à visualização de um estímulo na parte inferior do campo visual, existe uma maior facilidade de observação que no campo visual superior, [18].
- Efeito da frequência temporal- o aumento da frequência temporal provoca uma diminuição do crowding. A maior influência do crowding encontra-se nas frequências temporais baixas e altas, nas frequências médias existe uma menor taxa de confusão, [19].
- Outra característica do crowding mais relacionada com o processamento no córtex visual é que a sua extensão visual é proporcional ao tamanho do alvo [13], num intervalo de cinquenta vezes maior que o objeto em causa, logo a sua distância espacial é demasiado grande para ser explicada pelo simples *masking*. A extensão

visual do fenômeno pode estar relacionada com o tamanho do campo receptivo e, conseqüentemente, a capacidade de resolução associada com a região da retina usada para fixar o alvo, [20].

2.2.1 Índice de crowding

Apesar de existirem muitos critérios para a verificação da existência do fenômeno do crowding, este tem de ser comprovado. Na sua extensão, o crowding é calculado através da divisão da acuidade visual obtida com AV simples (AV sem distratores) pelo valor da AV de crowding. Este índice é calculado com a acuidade visual em escala decimal e se o valor resultante for superior a 1.00, indica que o efeito de crowding está presente. [21]

$$\frac{AV \text{ simples em decimal}}{AV \text{ de crowding em decimal}} > 1.00 \quad (1)$$

2.3 Visualização dos objetos

O crowding tem sido estudado com diferentes objetos do nosso dia-a-dia. As características dos objetos influenciam o efeito do crowding e este não só é produzido pelo alvo em si mas também devido ao estímulo vizinho. Pois o efeito do crowding só afeta o reconhecimento dos detalhes, isto é, consegue-se visualizar os estímulos apresentados mas não se reconhece a suas orientações nem os detalhes dos objetos, [13].

A intensidade do crowding está também relacionada com o tamanho do alvo e seus distratores, quanto maiores, menor a confusão causada. Por outro lado quanto mais baixo for os contrastes do estímulo mais difícil é o seu reconhecimento,[22]. Relativamente ao tempo de visualização do estímulo, este é um parâmetro tão fundamental como os anteriores, pois se o tempo de observação for maior o efeito do crowding diminui. Devido ao aumento do tempo de visualização vai existir um aumento do efeito de aprendizagem,[23].

2.3.1 Cartas de acuidade visual de crowding

No que diz respeito às cartas de acuidade visual de crowding existentes no mercado, estas estão desenhadas para serem aplicadas maioritariamente em crianças pequenas, ou com problemas visuais. A sua funcionalidade, não é medir o efeito do crowding mas sim a acuidade visual da criança. Existem várias cartas de acuidade visual de crowding, entre as quais se

destacam as cartas de Kay, *Sheridan gardiner test*, *Sonksen-silver test* e as cartas de *crowding de Cambridge*.

Nas crianças com 2-3 anos de idade é habitual utilizar as cartas Kay's, ver fig 2.6.

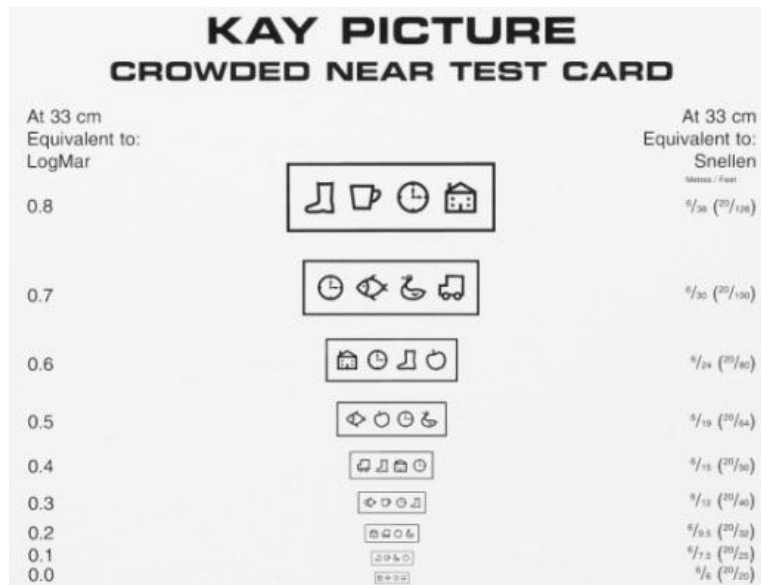


Figura 2.6 - Carta de crowding ao perto de Kay, [24].

Para crianças com idade superior a 3 anos é mais comum utilizar as cartas de *Sheridan gardiner* e *Sonksen-silver test* ver anexo A;

As cartas de *crowding de Cambridge* foram desenvolvidas para medir o efeito do crowding na pré-escola. O método consiste na colocação de uma das letras H,O,T,V ou X no centro de outras quatro letras do restante abecedário, ver fig. 2.7. Nestas cartas, todos os estímulos das diferentes acuidades visuais estão a um espaçamento de 0,5 vezes o tamanho do optótipo principal, [25]. Estas cartas foram utilizadas por *Atkinson* em 1988, onde concluiu que o efeito do crowding é superior nas crianças com idades entre os 3 e os 4 anos, comparativamente ao grupo com faixas etárias compreendidas entre os 5 e os 7 anos e os adultos. Este teste foi realizado a uma distância de 6 e 3 metros, e concluiu que este tipo de cartas é mais fiável para a distância de 3 metros, devido à sua facilidade de visualização, [26].



Figura 2.7 - Cambridge crowding cards, [27].

Tendo em consideração que muitas crianças não sabem ler na pré-primária, também se pode recorrer às cartas acuidade visual de crowding com símbolos de LEA. Estas cartas possuem duas vertentes diferentes de estímulos: um rodeado com imagens e outro rodeado com barras, ver fig. 2.8.



Figura 2.8 - Cartas de LEA pra o crowding, [28].

2.3.2 Letras

Em relação às letras do nosso abecedário foram testadas quais as letras que provocam maior confusão. *Liu e Arditi* em 2001 [3], testaram em distância de longe que em condições de menor espaçamento, a letra T é a mais legível, seguindo-se pela letra A, terminando com a letra W como a menos legível. Essa redução de espaçamento (de 1,0 para 0,1 vezes o detalhe) entre o alvo e os distratores produz uma redução de percepção de 25 a 46%, porém existe sempre uma confusão entre as letras F com o P ($p=0,36$), Y com T ($p=0,33$) e U com L ($p=0,25$).

Neste mesmo estudo definiram-se vários tipos de confusão, a *confusão comum*, que ocorre tanto em grande espaçamento como em pequeno espaçamento; *Confusão única*, acontece num determinado espaçamento, mas que não acontece no sentido oposto, como por exemplo, existe uma probabilidade de erro de 0,23 na discriminação da letra U por ser confundida com a letra J enquanto que a probabilidade de erro de confundir a letra J com U é de 0,05; e a *confusão de Random*, esta é estatisticamente insignificante pois ocorre devido ao processo de adivinhação, [3].

Mais relacionado com os estímulos utilizados neste trabalho, em 1999 *Leat et al* [29], estudaram o comportamento do crowding na fóvea e na periferia. Os resultados demonstraram que na fóvea havia diferenças significativas entre o reconhecimento dos optótipo C e E. Os autores verificaram que para os E's de *Snellen* como alvo, e distratores em forma de barras, os valores de crowding eram insignificantes, enquanto que para o estímulo C de Landolt já era significativo. Para além disso, verificaram também que os distratores em

forma de barras provocam menos crowding do que os em forma de L ou se os alvos tiverem serif. A figura 2.9 apresenta os estímulos utilizados.

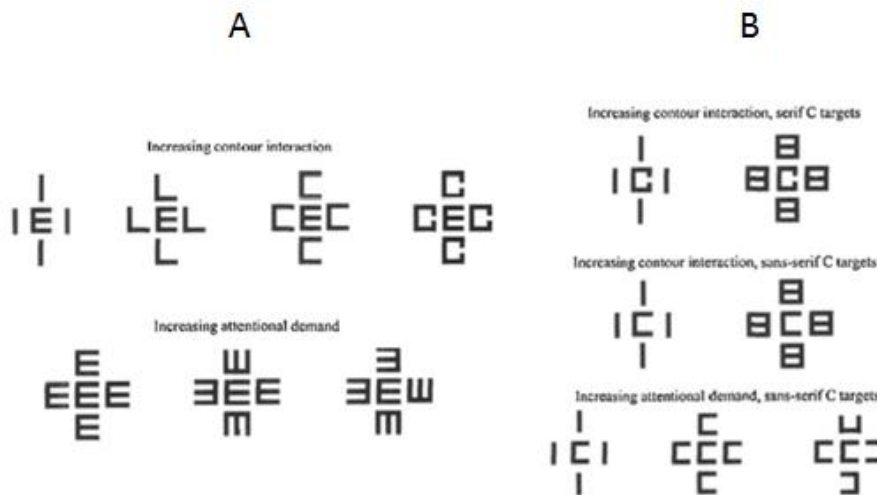


Figura 2.9 - Exemplo da experiência com os E's de snellen (A) e exemplo dos estímulos da experiência utilizando C (B), [29].

Em relação à zona de excentricidade, os autores verificaram que não houve aumento do crowding mas sim uma dificuldade na acuidade visual excêntrica por esta ser mais reduzida, factor este que é justificado pela menor concentração de cones na retina periférica, ver fig 2.10, [29].

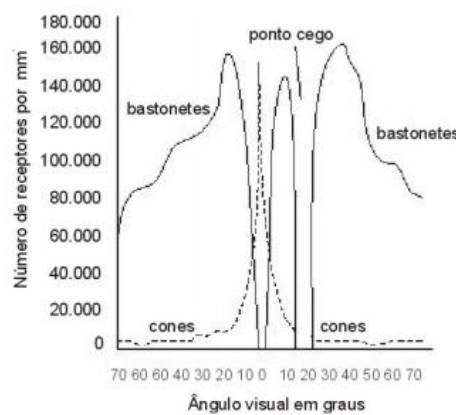


Figura 2.10 - Quantidade de cones e bastonetes do olho direito, consoante o ângulo visual do olho, [16].

Em relação ao reconhecimento das palavras, existem vários estudos que comprovam que para reconhecer uma determinada palavra visualizamos somente as primeiras e as últimas letras a uma certa distância do ponto de fixação. *Fine* [30] refere que, quando se visualizam

sequências de letras sem significado semântico, é mais difícil de serem reconhecidas, pois se o estímulo apresentado for uma palavra conhecida do observador este reconhece-a mais facilmente.

Quanto ao reconhecimento de números, *Strasburger* [31], concluiu que um estímulo composto por três números é mais fácil de ser reconhecido do que se fossem letras, pois o nosso campo semântico não está habituado a interpretar uma série de números e conseqüentemente a atenção na visualização é diferente. Na figura 2.11 apresenta-se o estímulo com letras mais utilizado nos estudos de crowding, [12].

Também é importante referir que a visualização depende do tamanho, da orientação das palavras e da cor do estímulo, [4]. Em relação à cor, o alvo e o distrator têm que possuir a mesma cor para produzir efetivamente o fenômeno do crowding, e não o efeito de *masking*, [32].



Figura 2.11 - Espaçamento crítico com letras - Ao observar o sinal “-“ a vermelho, consegue-se facilmente reconhecer o *r* isolado, porém já é difícil a sua visualização quando acompanhado por outras letras (neste exemplo as vogais *a* e *e*), [13].

2.3.3 Rostos

Para o reconhecimento de rostos, o espaçamento crítico, espaçamento este que define um campo de isolamento do alvo, das partes necessárias para a visualização é proporcional à distância de fixação e é independente do tamanho e do tipo das partes. As expressões faciais só podem ser identificadas corretamente se estiverem suficientemente separadas para evitar o efeito do crowding, embora a familiaridade ajude na sua visualização tanto dos rostos como das palavras, [33].



Figura 2.12 - Crowding nos rostos- Os rostos de *Arnold Schwarzenegger* e *Elvis Presley* são rostos conhecidos, porém quando se fixa o menos vermelho que está entre eles, já não se consegue distinguir um rosto do outro. Contudo, se nos aproximarmos da imagem, já somos capazes de diferenciar algumas partes, [13].

Apesar de existir familiaridade com os rostos colocados na fig. 2.12, não se consegue identificar quem é o governador e quem é o rei da música, se concentrarmos a nossa atenção no sinal “-“. Ao haver uma aproximação à imagem, consegue-se distinguir os olhos, o nariz, a boca e a partir desse momento torna-se mais fácil diferenciar quem é quem, [33].

2.3.4 Outros estímulos

O fenómeno do crowding, como anteriormente referido, altera sistematicamente a visualização dos objetos em causa, por exemplo em relação as *manchas de Gabor*, o crowding produz similaridade percetual entre as regiões adjacentes do campo, sendo o efeito provocado inconscientemente, [34]. Porém, para que esta semelhança aconteça, a orientação do alvo deve ser idêntico ao dos distratores e cerca de ≈ 90 graus, para que a atenção do observador não seja alterada do estímulo inicial, ver figura 2.13, primeira imagem, [35].

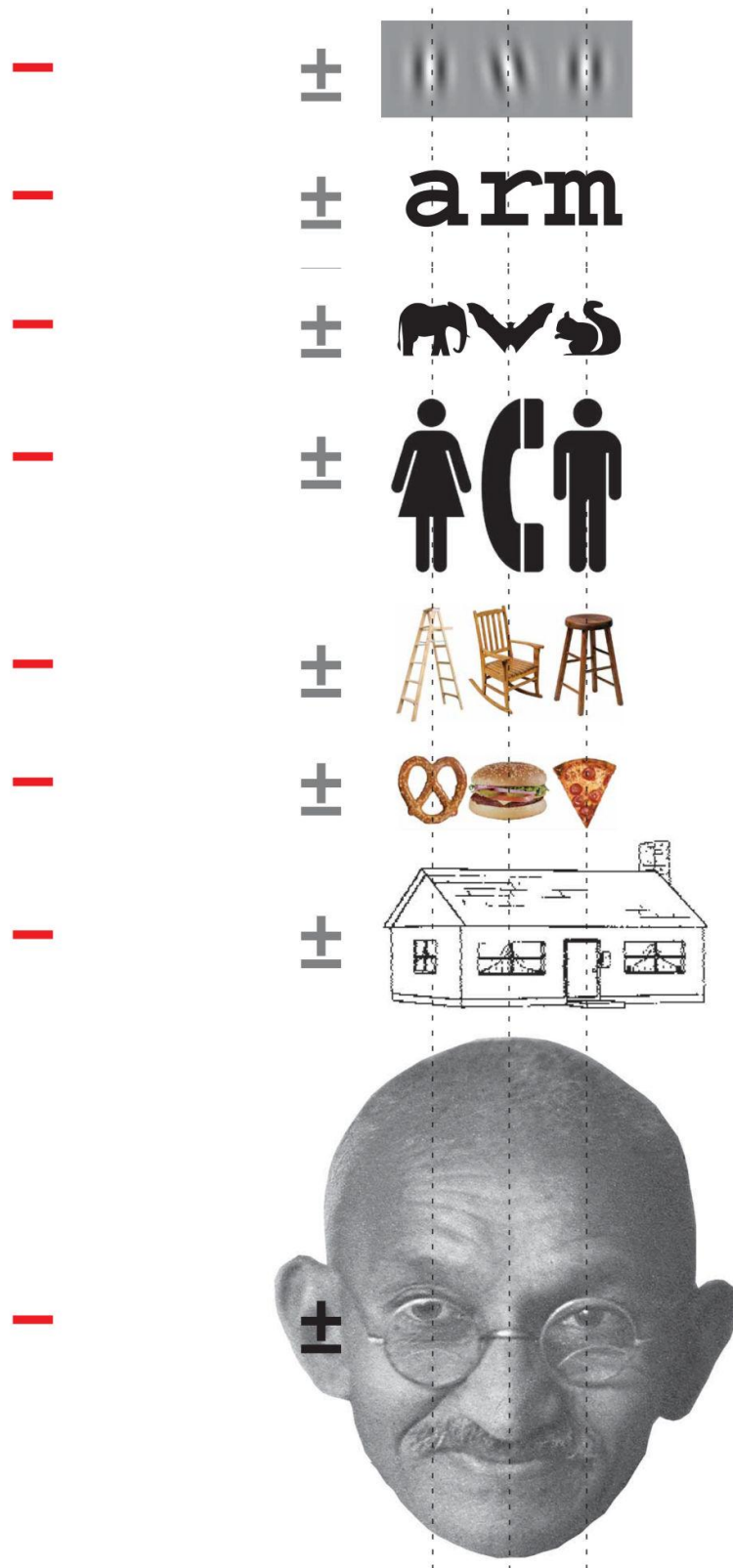


Figura 2.13 - Crowding em diferentes objetos do nosso dia-a-dia. Ao visualizar o sinal “-“ a vermelho, dificilmente se consegue reconhecer quais os objetos que estão posicionados mais à direita. Contudo, ao fixar o ± já se consegue reconhecer esses estímulos. Esta diferença de visualização deve-se à direção e à posição do espaçamento crítico no campo visual, [13].

Em relação ao crowding nos diferentes posicionamentos dos diversos estímulos, no sentido radial e no sentido tangencial, o efeito produzido por letras, por objetos ou por silhuetas, utilizam ambos o mesmo mecanismo. Esta semelhança foi testada numa escala cinza, apesar de não ser um contraste habitual no nosso dia-a-dia, [11]. Nesta escala existe uma vantagem para os estímulos que são objetos comuns, em relação às letras e às silhuetas, para estes não sofrerem o efeito do crowding, basta aumentar ligeiramente o contraste comparativamente aos outros estímulos.

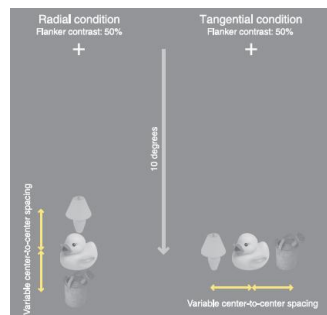


Figura 2.14 - Objetos numa escala cinza, do nosso quotidiano na posição radial e tangencial respectivamente, [11].

Em 2011, Wallace e Tjan [11], também verificaram que não era necessário a visualização completa de uma imagem ou um objeto para se verificar o efeito do crowding. Os autores mostraram no seu estudo que o espaçamento crítico era semelhante quando se visualizava uma imagem completa, uma silhueta ou mesmo parte de uma imagem.

2.4 Crowding ao perto

Desde os primeiros estudos do efeito de crowding, até aos dias de hoje, poucos autores pesquisaram sobre o fenómeno à distância de leitura. Recentemente, os autores *Dekker et al.* [36], realizaram um estudo em crianças com idades compreendidas entre os 4 e os 12 anos, em que se verificaram que o índice do crowding se manteve constante ao longo da idade, porém com bastante variabilidade nas crianças mais jovens. Os autores também comprovaram que o índice de crowding ao longe era superior ao índice de crowding ao perto e portanto colocam a hipótese de que o fácil aborrecimento e a perda de atenção das crianças sejam fatores muito relevantes para os resultados finais.

Em relação aos optótipos de perto utilizados nesse estudo, os autores afirmam que a separação entre os estímulos da carta de perto seja superior que os estímulos de longe, contribuindo para a facilidade do reconhecimento e para o baixo índice de crowding,[36].

Outro estudo, também recente, sobre o fenómeno de crowding ao perto, compara a visão de crowding de crianças entre os 4 e os 8 anos, umas com visão normal e outras com

problemas visuais, tais como nistagmos ou estrabismos. Os autores verificaram a existência de crowding ao longe e ao perto e que este fenómeno apresenta maior índice no grupo das crianças com dificuldades visuais. Através dos resultados deste estudo, pode-se observar que o valor de crowding, para as crianças com visão normal, é superior ao perto, comparativamente ao longe. Contudo o autor afirma que com a maturação do sistema visual, espera-se que o fenómeno do crowding desapareça, [21].

Quanto à velocidade de leitura, *Chung* [6], tentou facilitar a leitura da visão periférica aumentando o espaçamento entre as letras, para ajudar as pessoas com degeneração macular em tarefas de leitura. O estudo em causa foi aplicado em pessoas com retinas normais e concluiu que o efeito de crowding diminuía, porém não havia diferença na velocidade de leitura.

2.5 Evolução histórica do conhecimento atual sobre crowding

A primeira demonstração do efeito do crowding surgiu em 1923 com *Korte*. Dessa demonstração concluiu-se que as letras mais fortes, mais salientes ou dominantes, são preservadas sobre as letras menos salientes ou mais fracas, [37].

O primeiro autor a usar a palavra *Crowding* foi *Ehlers*, um oftalmologista escandinavo que em 1936 descobriu que as palavras que se encontravam mais próximas umas das outras, eram mais difíceis de ler em relação às que se encontravam mais afastadas, [1].

Em 2005 um estudo demonstrou que a colocação de um círculo à volta do alvo melhorava o desempenho do reconhecimento, devido a sua atenção focada no alvo. Este pode aumentar a atividade neuronal no centro ou então suprimir a atividade neuronal nas posições vizinhas. Porém, este anel não suprime a atividade neuronal dos distratores, implica somente que a atenção seja maior para o alvo, sem reduzir a atenção dos estímulos adjacentes, [9].

Numa outra pesquisa publicada em 2007, sobre a saturação, a cor e o tamanho do estímulo, concluí-se que o limiar de identificação periférico começa a crescer quando a separação alvo-máscara diminui abaixo do espaçamento crítico. Os autores concluíram que a saturação, o tamanho e a cor do alvo, bem como o espaçamento crítico, são lineares à excentricidade, tendo uma inclinação de 0.5φ , o que comprova a regra de ouro de *Bouma* a qual afirma que “o espaçamento crítico é cerca de metade da excentricidade” sendo também válida para a tonalidade, cor e saturação, [4].

Quanto ao processo de desencadeamento do fenómeno de crowding, ainda não existe total concordância com as teorias sobre a sua origem. Alguns autores dizem que é devido à forma e ao tamanho do estímulo, outros dizem que é devido a um processo do córtex visual, onde uma grande quantidade de córtex é dedicada à fóvea e por isso não conseguimos visualizar os

distratores que se encontram fora desse limite, pois a cobertura cortical diminui na excentricidade, [18].

Alguns autores consideram que o processo do crowding depende da atenção do observador, isto é, a atenção seletiva de uma cena enfatiza o alvo que quer reconhecer,[9],[29]. Porém em 2009 os autores de um outro estudo observaram que não existe um simples processamento do crowding, ou seja, não existe uma só via. Isto é, o processamento neuronal, as características físicas do estímulo e as hipóteses de *lateral masking*, fazem todas partes da base de funcionamento do crowding. Os autores concluíram que o fenômeno em estudo, é demasiado complexo para se explicar numa via de processamento, [38].

Capítulo III- Metodologia

3.1 Amostra

O estudo foi realizado no Laboratório de Ciências da Visão na Universidade da Beira Interior, com a aprovação da comissão de ética da Faculdade de Ciências da Saúde da mesma universidade (processo CE-FCS-2012-003, ver anexo B). Participaram neste estudo, um grupo de jovens universitários, estudantes da Universidade da Beira Interior. Foram explicados os objetivos deste trabalho a todos os participantes, de acordo com a declaração de Helsínquia relativamente à experiência com humanos, [39]. Todos os voluntários leram e assinaram o termo de consentimento informado (ver anexo C), tendo sido esclarecidas todas as dúvidas antes, durante e após o período experimental do estudo.

A amostra final foi constituída por 18 jovens (9 do sexo masculino e 9 sexo feminino) sem história prévia ou atual de patologias oculares ou qualquer intervenção cirúrgica ocular. As suas idades estão compreendidas entre os 18 e os 30 anos (média $22,77 \pm 3,15$).

3.1.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

A seleção da amostra teve como objetivo a escolha dos participantes de modo a que esta fosse ao encontro dos requisitos do estudo. Assim sendo, estipulou-se os seguintes critérios de inclusão e exclusão para que não haja uma quebra da fiabilidade do estudo.

Critérios de inclusão:

- Idade igual ou superior a 18 anos;
- Acuidade visual binocular igual ou superior a 0,1 logMAR com a melhor compensação;
- Visão binocular normal;

Critérios de exclusão:

- Patologias oculares;
- Ametropias esféricas superiores a 5D ou cilíndricas superiores a 2D;
- História prévia de qualquer cirurgia ocular;
- Presença de algum síndrome de visão binocular não estrábica;
- Ausência de visão binocular;

3.2 Material

3.2.1 Cartas de AV de crowding para visão de longe

As cartas de longe, foram produzidas num programa em matlab e visualizadas a uma distância de 5 metros num monitor LG Flatron M2343A com uma resolução de 1360x768, frequência de 60 Hz e true Color 32 bits.

A sequência de visualização e o espaçamento entre o alvo e os distratores foram controlados pelo autor, obedecendo a semana de visualização. Os estímulos foram apresentados em linha e cada uma possuía cinco estímulos dispostos na horizontal.

Foram elaboradas 3 tipos de cartas de AV:

- 1 - C's de Sloan dispostos de forma isolada (AV);
- 2 - C's de Sloan rodeados por barras (AVb);
- 3 - C's de Sloan rodeados por C's (AVc);



Figura 3.1 - C's de Sloan isolados para medição da Acuidade Visual simples.



Figura 3.2 - C's de Sloan rodeados por barras para medição da AV de crowding com distratores em forma de barras (AVb).



Figura 3.3 - C's de Sloan rodeados por C's para medição da AV de crowding com distratores em forma de C's (AVc).

Para as cartas de acuidades visuais de crowding (AVb e AVc), produziram-se 4 vertentes, com diferentes espaçamentos entre o C central e os seus distratores: duas vezes o tamanho do detalhe; 1,5 vezes o tamanho do detalhe, espaçamento igual ao tamanho do detalhe; e metade do tamanho do detalhe, ver fig.3.1.

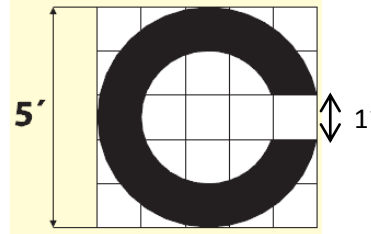


Figura 3.4- Cada optótipo é constituído por 5 detalhes em minutos de arco, [15].

Os espaçamentos entre os alvos e os distratores foram medidos de igual forma como *Bondarko e Danilova* [38], fizeram no seu estudo. Estas medidas foram realizadas desde a parte externa do alvo até a parte interna do distrator, ver fig.3.2.



Figura 3.5 - Exemplificação do cálculo das separações entre o alvo e o distrator, [38].

Em relação a aleatoriedade da abertura dos C centrais, esta foi controlada pelo próprio programa, que contém um algoritmo de aleatoriedade para esse fim. Os distratores em forma de C's mantiveram sempre a abertura na mesma posição ao longo do teste independentemente a separação ou do tamanho do estímulo.

3.2.2 Cartas crowding para a visão de perto

As cartas de perto foram elaboradas através do programa Corel Draw, para serem visualizadas a uma distância de 40 cm. Devido à falta de resolução do monitor LG para as acuidades visuais mais elevadas, as cartas de perto foram impressas num papel fotográfico de alto brilho, de 230 gsm, por uma impressora Epson Stylus Photo 2100 (Max 2880 dpi).

Para a construção das cartas de acuidade visual para perto, utilizaram-se os mesmos estímulos: C's de Sloan. Foram elaboradas 9 cartas: 1 carta para medir a AV simples, 4 cartas para medir da AV de crowding com distratores em forma de barras, ver figura 3.6A e 4 cartas

para medir a AV de crowding com distratores em forma de C's de Sloan, ver figura 3.6B. Para as acuidades visuais de crowding foram produzidas cartas, para cada um dos espaçamentos. Cada uma das cartas para a medição do crowding em visão de perto possuíam cinco estímulos alinhados na horizontal com o mesmo tamanho.

Em relação à posição dos C's centrais, estes também foram dispostos de forma aleatória, quantos aos distratores em forma de C's estes estiveram sempre dispostos da mesma maneira.

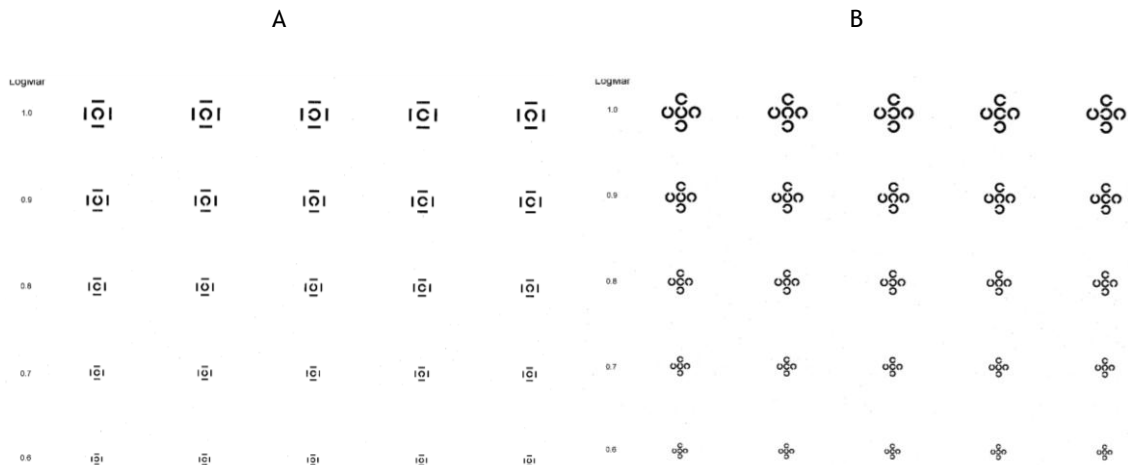


Figura 3.6 - Estímulos visualizados ao perto- Em A, acuidade visual de crowding com o espaçamento de 0,5 vezes o tamanho do detalhe. Em B, acuidade visual com distratores em forma de barras com o espaçamento de 0,5 vezes o tamanho do detalhe.

3.3 Procedimento

O estudo foi realizado em duas fases. A primeira fase teve como objetivo avaliar se as cartas que foram construídas representam uma ferramenta de medida de AV repetível. Na segunda fase analisaram-se as diferentes medidas com as diversas cartas de AV's (AV simples, AV crowding-b e AV crowding-c) para averiguar se existem diferenças significativas entre cada uma delas.

Foram estudadas as mesmas acuidades visuais tanto em visão de longe como em visão de perto e em todas as avaliações os estímulos de longe foram visualizados em primeiro lugar.

3.3.1 Procedimento adotado na recolha de dados, passo a passo.

A- Informações iniciais:

Na primeira fase de estudo, todos os participantes assinaram o consentimento informado (ver anexo C) colocando todas as dúvidas acerca do projeto em causa.

B - Avaliação do estado refrativo, binocular e acomodativo de cada participante

Após esclarecimento das dúvidas foi realizada uma consulta optométrica afim de verificar as condições de inclusão para a participação no estudo. Os resultados obtidos nesta consulta foram anotados numa ficha optométrica elaborada só para esse fim (ver anexo D).

Esta consulta iniciou-se com a medição da acuidade visual habitual de longe, em condições de monocularidade e de binocularidade, seguindo-se de uma retinoscopia.

A visão binocular foi avaliada através da medição:

1. Forias de Thorington
2. As reservas vergenciais
3. A flexibilidade vergencial
4. luzes de worth
5. Ponto Próximo de Convergência (PPC)

O estado acomodativo foi avaliado através da medição:

1. Medida do atraso acomodativo realizou-se através do MEM (Método de Estimativa Monocular).
2. Flexibilidade Acomodativa Binocular (FAB)

Após a realização da consulta foram selecionados os voluntários que cumpriam os critérios de inclusão para estudo da acuidade visual de crowding.

C - Medida das diferentes acuidades visuais em visão de longe

Na primeira parte do estudo, as AV's de cada voluntário foram medidas em dois momentos distintos e o intervalo temporal entre estes dois momentos de aplicação respeitou um período de tempo suficiente para que não se esperassem alterações significativas no comportamento geral dos participantes, e para que nem fosse susceptível de lembranças das respostas dadas no período anterior. O intervalo temporal referido foi de uma semana, tempo sugerido para analisar a confiabilidade de um instrumento de medida relativo ao estado de saúde no teste-reteste (Marx, 2003).

Na segunda parte deste projeto mediram-se as diferentes AV's (AV simples, AV crowding-b e AV crowding-c) para averiguar se existem diferenças significativas entre cada uma. Para evitar possíveis questões de aprendizagem, facilitação ou aborrecimento da tarefa devido ao cansaço, desenharam-se três sequências distintas para a apresentação das cartas que foram apresentadas aleatoriamente a cada participante em três sessões individuais. Entre cada sessão manteve-se o intervalo temporal de uma semana.

Em cada sessão os participantes visualizaram aleatoriamente uma das seguintes sequências de cartas de AV:

- Sequência 1 - AVsimples (AV), AVcrowding-b (AVb), AVcrowding-c (AVc)
- Sequência 2 - AVb; AVc, AV
- Sequência 3 - Avc, AV, AVb

D - Medida das diferentes acuidades visuais em visão de perto

Nas medições das acuidades visuais em visão de perto, cada uma das cartas foi colocada num suporte de leitura à distância de 40cm do paciente com uma inclinação de 45° e iluminadas pelo mesmo tipo de luz que ao longe (lâmpada incandescente de teto). Na visualização dos optótipo de perto não houve a colocação de um candeeiro adicional pois o mesmo originava sombras nos caracteres, dificultando a visibilidade dos estímulos mais pequenos.

As cartas eram colocadas no suporte de leitura já numa sequência pré-definida. Nas acuidades visuais de crowding iniciavam-se a medida pelas cartas com maiores espaçamentos entre o estímulo alvo e os estímulos distratores. Quando o voluntário deixava de visualizar os optótipos (valor anotado) o investigador retirava essa carta, deixando a próxima no suporte.

A leitura das cartas de visão de perto foi auxiliada, dependendo da vontade do voluntário, com uma vareta fina afim de não se enganarem na linha de estímulos.

E - Anotação da Acuidade Visual

Todos os participantes foram incentivados a visualizar o maior número de estímulos possíveis. Mesmo que não conseguisse visualizar a linha de AV de crowding completa, era incentivada a tentar “adivinhar” os estímulos de acuidade visual da linha seguinte. O aumento da acuidade visual terminava quando o participante não visualizasse nenhum estímulo numa dada linha.

Um voluntário que identifique corretamente a posição da abertura do C central de todos os estímulos na linha de 0,40 LogMAR e, em seguida, visualiza mais duas posições da abertura na linha de 0,30 LogMAR será atribuído uma acuidade visual de 0,36 unidades logMAR. A mesma pontuação de 0,36 seria dada se um voluntário erra-se um estímulo na linha de 0,4 LogMAR e visualiza-se três estímulos da linha seguinte, [40].

A expressão (2) ilustra o cálculo da AV utilizado, dando assim o valor exato da acuidade visual que se registava.

$$Ex: 0,4 - 2 \times 0,02 = 0,36 \text{ LogMAR} \quad (2)$$

3.3.2 Procedimento para a análise dos dados

Os dados foram organizados numa folha de cálculo do programa Excel consoante os diferentes resultados obtidos e as diferentes semanas de estudo. Para a análise estatística recorreu-se ao programa estatístico SPSS versão 20.

Devido ao tamanho da amostra pequena ($n < 30$), estudou-se a normalidade da distribuição dos dados e verificou-se que a maioria dos dados não obedece à normalidade de distribuição, por isso, optou-se pelo recurso a testes não paramétricos, para fazer cálculos de diferenças e análises de variância.

Os testes não paramétricos utilizados foram:

O Teste Wilcoxon, é o teste indicado para estudar as diferenças entre duas amostras dependentes ou emparelhadas. Permite comparar as posições centrais das duas distribuições, ou seja, neste estudo o teste permitiu comparar os resultados das diferentes acuidades visuais medidas entre as diferentes sessões.

Quando a significância do teste (p - value) é menor do que ($p=0,05$) rejeita-se a hipótese de H_0 e em alternativa aceitamos a hipótese H_1 .

Para a elaboração do teste é necessário descrever as hipóteses a testar:

H_0 – Não existem diferença entre as medianas da variável

H_1 – Existem diferença entre as medianas da variável

Capítulo IV - Resultados

4.1 Estabilidade temporal da medida de AV

Para avaliar a repetibilidade da medida da AV com as novas cartas de crowding estudaram-se as diferenças e as semelhanças das medidas de acuidade visual efetuadas com as mesmas cartas, nos mesmos sujeitos, em dois momentos distintos. Os 18 participantes visualizaram todas as cartas, apresentadas numa sequência selecionada de forma aleatória na primeira sessão. Foram repetidas as medidas de AV com as cartas apresentadas na mesma sequência numa segunda sessão que ocorreu com uma semana de espaçamento. Na tabela 4.1 apresentam-se os valores médios e os respectivos desvios padrões bem como a significância do teste de diferenças da medida da AV entre a primeira e a segunda semana, para os estímulos de longe.

Tabela 4.1 - Valores médios, desvio padrão das duas primeiras semanas de visualização e valores de significância do teste Wilcoxon entre a primeira e a segunda semana de estudo para o longe.

Variável ao Longe (5 metros)		Máximo	Mínimo	Média ± DP	Mediana	Sig. Teste de Wilcoxon (ρ)
AV	Semana 1	-0,20	-0,12	-0,191±0,023	-0,200	0,414
	Semana 2	-0,20	-0,10	-0,189±0,032	-0,200	
AVb 2	Semana 1	-0,20	0,20	-0,141±0,103	-0,190	0,609
	Semana 2	-0,20	-0,04	-0,167±0,052	-0,200	
AVb 1.5	Semana 1	-0,20	0,02	-0,129±0,107	-0,180	0,189
	Semana 2	-0,20	-0,06	-0,170±0,047	-0,200	
AVb 1	Semana 1	-0,20	0,00	-0,143±0,064	-0,170	0,682
	Semana 2	-0,20	0,00	-0,149±0,067	-0,180	
AVb 0.5	Semana 1	-0,20	0,02	-0,118±0,075	-0,120	0,977
	Semana 2	-0,20	0,00	-0,118±0,069	-0,100	

AVC 2	Semana 1	-0,20	-0,02	-0,151±0,062	-0,180	0,234
	Semana 2	-0,20	0,00	-0,170±0,053	-0,200	
AVC 1.5	Semana 1	-0,20	0,00	-0,147±0,064	-0,180	0,972
	Semana 2	-0,20	0,02	-0,147±0,068	-0,180	
AVC 1	Semana 1	-0,20	0,00	-0,127±0,068	-0,140	0,909
	Semana 2	-0,20	0,00	-0,128±0,055	-0,140	
AVC 0.5	Semana 1	-0,20	0,00	-0,097±0,071	-0,100	0,726
	Semana 2	-0,20	0,00	-0,104±0,073	-0,100	

Pode-se constatar que para os estímulos apresentados ao longe todos os valores do teste de Wilcoxon têm $\rho > 0,05$, o que nos leva a aceitar a hipótese nula:

$$H_0 - \text{Não existem diferenças entre as medianas da variável}$$

Os valores de significância superiores a 0,05 no teste, permitem concluir que não existem diferenças estatisticamente significativas entre a primeira e a segunda sessão de estudo mesmo existindo uma diferença temporal entre elas de uma semana.

Em relação à distância de perto, efetuou-se um tratamento semelhante e os resultados estão apresentados na tabela 4.2. Também para a distância de perto, pode-se verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas nas medianas das AV's entre a primeira e a segunda semana de visualização pois todos esses valores são superiores a 0,05 ($\rho > 0,05$).

Tabela 4.2 - Valores médios, desvios padrão das duas primeiras semanas de visualização e valores de significância entre a primeira e a segunda semana de estudo para o perto.

Variável ao Perto (40 centímetros)		Máximo	Mínimo	Média ± DP	Mediana	Sig. Teste de Wilcoxon (ρ)
AV	Semana 1	-0,14	0,02	-0,073±0,048	-0,080	0,792
	Semana 2	-0,12	0,02	-0,078±0,038	-0,090	

AVb 2	Semana 1	-0,10	0,12	-0,032±0,064	-0,050	0,972
	Semana 2	-0,10	0,10	-0,033±0,056	-0,040	
AVb 1.5	Semana 1	-0,10	0,12	-0,002±0,062	0,000	0,269
	Semana 2	-0,10	0,12	0,011±0,064	0,000	
AVb 1	Semana 1	-0,08	0,16	0,031±0,065	0,020	0,567
	Semana 2	-0,10	0,12	0,019±0,051	0,000	
AVb 0.5	Semana 1	-0,20	0,22	0,053±0,075	0,080	0,269
	Semana 2	0,00	0,20	0,077±0,055	0,100	
AVC 2	Semana 1	-0,12	0,08	-0,031±0,061	-0,010	0,304
	Semana 2	-0,18	0,16	-0,058±0,081	-0,090	
AVC 1.5	Semana 1	-0,10	0,10	-0,038±0,058	-0,070	0,550
	Semana 2	-0,12	0,10	-0,029±0,060	0,000	
AVC 1	Semana 1	-0,08	0,12	0,016±0,062	0,010	0,701
	Semana 2	-0,10	0,20	0,011±0,071	0,020	
AVC 0.5	Semana 1	-0,18	0,22	0,028±0,083	0,020	0,909
	Semana 2	-0,04	0,16	0,031±0,049	0,020	

Na comparação das duas tabelas anteriores (tabela 4.1 e 4.2), pode-se verificar que para a distância de longe (5 metros), as médias das AV's são mais negativas do que em distância de perto (40 cm). Logo, os participantes atingiram uma acuidade visual superior na visualização de estímulos ao longe e portanto verifica-se que existe uma dificuldade de reconhecimento acrescida quando se visualizam as cartas de crowding à distância de 40 cm.

4.2 Diferenças entre AV simples e as AV's de crowding

Verificando que não existem diferenças estatisticamente significativas na repetibilidade do teste, este garante a possibilidade de continuar a exploração do efeito de crowding. Com base nos dados recolhidos para o estudo do fenómeno, é necessário analisar a acuidade visual com as cartas de crowding, desenhadas com diferentes espaçamentos entre o estímulo alvo e os estímulos distratores, para cada tipo de estímulo distrator (barras laterais e C laterais). A acuidade visual simples serviu de base para medir o efeito negativo que os estímulos distratores exercem sobre a discriminação do estímulo alvo.

Uma vez que a recolha de dados foi realizada ao longo de quatro semanas, optou-se por elaborar uma matriz de aleatoriedade (ver anexo E) para seleccionar aleatoriamente as AV's afim de minimizar os efeitos de cansaço, desanimo ou de possível aprendizagem por parte dos participantes. Esta matriz foi calculada no programa informático Excel, tendo em consideração a semana 2,3 e 4, a primeira semana de estudo não foi considerada na segunda parte do trabalho, pois a sequencia utilizada foi a mesma que se utilizou na 2ª semana.

Na tabela 4.3 apresentam-se as médias e os desvios-padrões das AV's de cada carta para a distância de longe, assim como o nível de significância do teste de Wilcoxon. Note-se que o teste de Wilcoxon comparou as medianas de AV simples com cada uma das medidas de AV de crowding.

Tabela 4.3 - Teste de Significância para AV simples e de crowding para o longe.

Estímulos	Média \pm Desvio Padrão	Significância Teste de Wilcoxon
AV Simples	-0,19 \pm 0,017	
AVb2	-0,18 \pm 0,043	0,105
AVb1,5	-0,17 \pm 0,052	0,041
AVb1	-0,15 \pm 0,055	0,001
AVb0,5	-0,14 \pm 0,059	0,001
AVc2	-0,17 \pm 0,058	0,051
AVc1,5	-0,15 \pm 0,063	0,003
AVc1	-0,14 \pm 0,058	0,001
AVc0,5	-0,10 \pm 0,066	0,001

Analisando as médias das AV para as diferentes cartas, conclui-se que a diminuição do espaçamento entre o alvo e o distrator dificulta o reconhecimento visual, isto é, diminui a acuidade visual em unidades logMar.

No que diz respeito a AVb2 e AVc2 (acuidade visual de crowding com distratores em forma de barras e C's com uma separação de 2 vezes o detalhe) em comparação com a AV simples, não se encontrou diferença estatisticamente significativa, $\rho = 0,105$ e $\rho = 0,051$, respetivamente.

Nos estímulos com distratores em forma de barras, pode-se verificar que a AVb1,5 difere da AV de forma significativa $\rho = 0,041$, e portanto pode-se considerar que a partir deste valor de separação, o efeito do crowding manifesta-se. O fenómeno é mais sentido nas separações menores, AVb1 e AVb0,5, tendo um $\rho = 0,001$, confirmando assim que para estas duas acuidades visuais a diferença relativamente à AV simples é estatisticamente mais significativa.

Comparando as AV's de crowding com AV simples, verifica-se que para o mesmo espaçamento 1,5 os distratores em forma de C's apresentam diferenças estatisticamente

mais significativas do que os distratores em forma de barras, pois possui um valor estatisticamente mais significativo ($\rho = 0,003$ e $\rho = 0,041$ respectivamente).

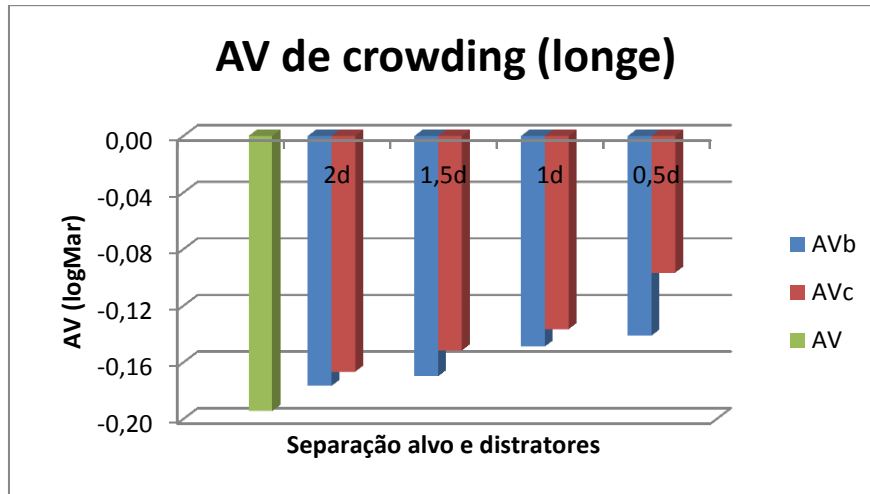


Gráfico 4.1 - Diferença entre AV simples e de crowding para o longe.

Na observação do gráfico 4.1, verifica-se que existe uma diminuição da acuidade visual consoante a diminuição da separação entre o alvo e o distrator. Mesmo com uma separação superior (2 vezes o tamanho do detalhe - 2d) o estímulo com distrator torna-se mais difícil de visualizar do que sem distrator (AV simples), porém esta diferença não é estatisticamente significativa.

Na visualização das separações menores constata-se uma grande diferença em relação à AV simples ao analisar o gráfico 4.1. Esta diferença é estatisticamente muito significativa, tanto para o espaçamento de 1 detalhe ou de 0,5 onde de significância é de $\rho = 0,001$.

Na distância de perto, a AV atingida é menor tanto para a AV simples como para a AV de crowding. Ao verificar os valores das médias das acuidades visuais de perto, na tabela 4.4, observa-se que quanto menor a separação alvo-distrator pior é a acuidade visual atingida para cada uma das cartas de AV's de crowding.

Tabela 4.4 - Médias da AV simples e da AV de crowding com distratores em forma de barras ao perto.

Estímulos	Média ± Desvio Padrão	Significância Teste de Wilcoxon
AV Simples	-0,08±0,048	
AVb2	-0,05±0,063	0,018
AVb1,5	-0,03±0,053	0,001
AVb1	0,01±0,057	0,000
AVb0,5	0,06±0,063	0,000
AVc2	-0,06±0,065	0,243
AVc1,5	-0,04±0,056	0,003
AVc1	-0,01±0,043	0,001
AVc0,5	0,03 ±0,043	0,000

A observação do gráfico 4.2 permite uma melhor percepção visual do efeito provocado para as diferentes cartas de AV, com diferentes estímulos distratores e com diferentes espaçamentos.

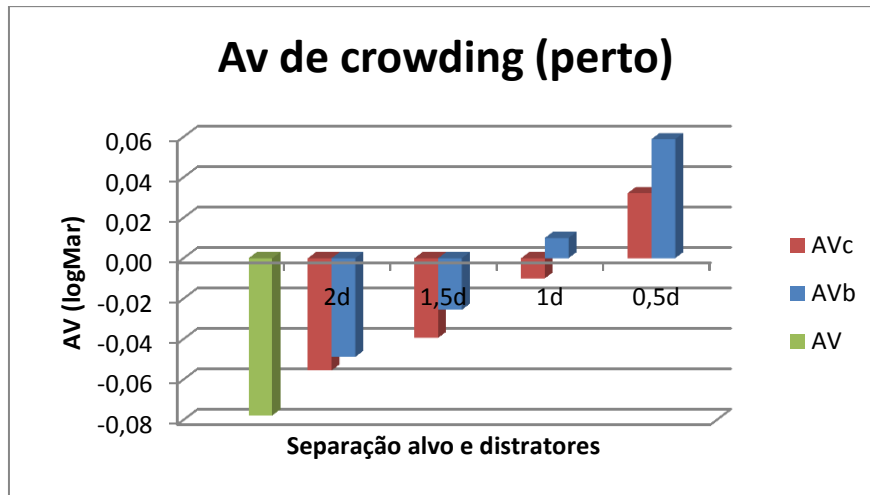


Gráfico 4.2 - AV simples e AV de crowding ao perto.

Para a distância de perto quase todas as separações alvo-distratores apresentam uma diferença estatisticamente significativa, $\rho < 0,05$. Isto é, o crowding esteve presente na visualização de todas as cartas de AV's de crowding com exceção da AVc2.

Relativamente às cartas com outros espaçamentos, tanto a AVb como a AVc, apesar de apresentarem ambas uma tendência central diferente da AV simples, pode-se observar que AVb ao perto é mais prejudicada. Na observação da tabela 4.4 pode-se confirmar que tanto as médias como os valores de significância são mais baixos.

4.3 Diferenças entre as AV's de crowding

As medidas das AV's de crowding, AVb e AVc, possuem diferenças quando comparados com AV simples tanto para o longe como para o perto. Todavia é necessário verificar a semelhança dos resultados provocados pelos dois estímulos de crowding. Os resultados desta análise encontram-se na tabela 4.5.

Tabela 4.5 - AV's de crowding para o longe.

AV's de crowding	Média ± Desvio Padrão	Mediana	Teste de Wilcoxon
AVb2	-0,18±0,043	-0,200	0,421
AVc2	-0,17±0,058	-0,200	
AVb1.5	-0,17±0,052	-0,200	0,073
AVc1.5	-0,15±0,063	-0,180	
AVb1	-0,15±0,055	-0,170	0,221

AVc1	-0,14±0,058	-0,150	
AVb0.5	-0,14±0,059	-0,160	0,035
AVc0.5	-0,10±0,066	-0,090	

Graficamente, existe uma melhor percepção dos efeitos provocados devido às diferentes separações entre o alvo e o distrator. Para os dois estímulos de crowding (AVb e AVc) a diminuição do espaçamento entre o alvo e o distrator provoca um aumento do fenómeno.

No gráfico 4.3 apresenta-se o comportamento das AV's de crowding para o longe. Note-se que apesar de haver diferença entre os estímulos com distratores em forma de barras e em forma de C's estes não apresentam diferenças estatisticamente significativas, à exceção do espaçamento menor onde a diferença já é estatisticamente significativa $\rho = 0,035$.

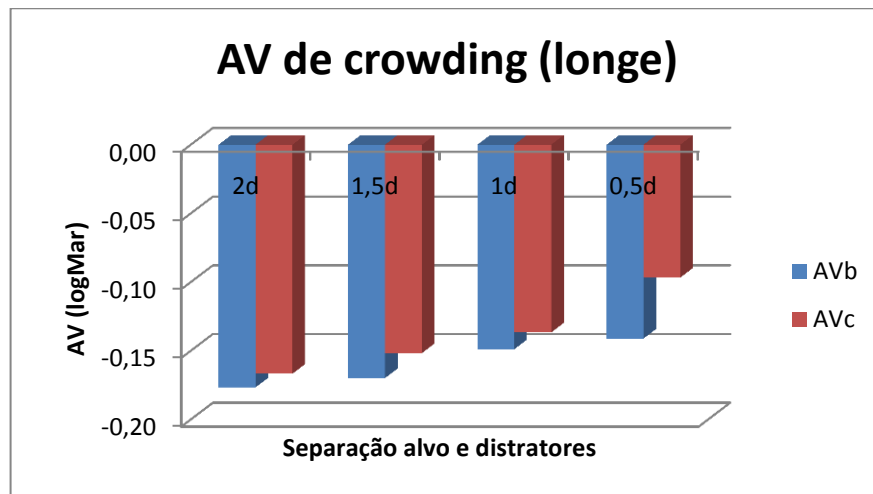


Gráfico 4.3 - Visualização gráfica das AV's de crowding nas diferentes separações.

Relativamente à distância de perto verificou-se que a média da AV atingida diminui consoante a diminuição do espaçamento entre o alvo e o distrator. Analisando a tabela 4.6 verifica-se que existe uma diferença entre cada uma das AV's. Em AVb's as médias obtidas são ligeiramente mais baixas que as médias AVc's.

Tabela 4.6 - AV's de crowding para o perto.

AV's de crowding	Média ± Desvio Padrão	Mediana	Teste de wilcoxon
AVb2	-0,05±0,063	-0,080	0,623
AVc2	-0,06±0,065	-0,100	
AVb1.5	-0,03±0,052	0,000	0,194

AVc1.5	-0,04±0,056	-0,200	
AVb1	0,01±0,057	0,000	0,144
AVc1	-0,01±0,044	0,000	
AVb0.5	0,06±0,063	0,070	0,122
AVc0.5	0,03±0,043	0,020	

A diferença entre as AV's de crowding para o perto encontram-se também no gráfico 4.4. Os resultados sugerem que para cada um dos espaçamentos estudados, as acuidades visuais de crowding ao perto, tanto com barras como com "C's" não apresentam diferenças estatisticamente diferentes.

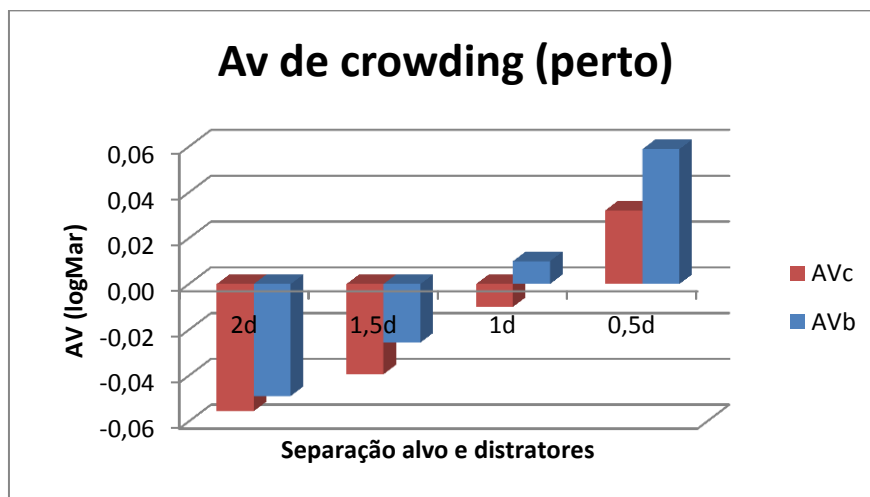


Gráfico 4.4 - Visualização gráfica das AV's de crowding nas diferentes separações.

4.4 Índice de Crowding

O aparecimento do crowding só surge se o valor entre a divisão da AV simples com a AV de crowding for superior a 1.00, (ver expressão 1). Como se pode verificar pela análise da tabela 4.7, para os resultados obtidos todas acuidades visuais apresentam o fenómeno de crowding. Este índice foi calculado para a distância de longe e de perto e verificou-se que à medida que diminuí o espaçamento entre o estímulo alvo e os estímulos distratores, maior se apresenta o índice de crowding.

Com ajuda destes dados pode-se também confirmar os resultados anteriores, onde se verifica que para a distância de longe, a carta de AV de crowding que provoca maior índice de crowding é a carta com distratores em forma de C's; e quanto à distância de perto é a carta com distratores em forma de barras.

Tabela 4.7 - Índice de crowding.

Estímulos	Média ± Desvio Padrão	Índice de crowding (longe)	Média ± Desvio Padrão	Índice de crowding (perto)
AVb2	-0,18±0,043	1,04	-0,05±0,063	1,07
AVb1.5	-0,17±0,052	1,06	-0,03±0,052	1,13
AVb1	-0,15±0,055	1,11	0,01±0,057	1,22
AVb0.5	-0,14±0,059	1,13	0,06±0,063	1,37
AVc2	-0,17±0,058	1,07	-0,06±0,065	1,05
AVc1.5	-0,15±0,063	1,10	-0,04±0,056	1,09
AVc1	-0,14±0,058	1,14	-0,01±0,044	1,17
AVc0.5	-0,10±0,066	1,25	0,03±0,043	1,29

Na comparação entre as duas distâncias para o estímulo AVb, observa-se que na distância de perto existe um efeito de crowding mais acentuado que ao longe. Enquanto que AVc apresentam valores mais semelhantes nas duas distâncias, para as separações menores o fenómeno está mais presente ao perto. Note-se que o índice de crowding depende sempre da acuidade visual simples atingida.

Capítulo V - Discussão

Pela análise dos valores médios obtidos para cada uma das medições de AV, constata-se que quanto menor o espaçamento entre o alvo e o distrator, menor é a acuidade visual atingida. À medida que o espaçamento entre o alvo e o distrator vai diminuindo, verifica-se uma diminuição da AV, que representa um aumento do índice de crowding, tanto para o estímulo distrator em forma de barras como para o distrator em forma de C's.

Com base nos resultados obtidos a comparação da AV simples, com as acuidades visuais de crowding apresentam diferenças estatisticamente significativas tanto em visão de longe como em visão de perto. Na visão de longe pode-se verificar que a acuidade visual de crowding se manifestou em todas as cartas de crowding, com o estímulo distrator em forma de "C", mas nas cartas em que o estímulo distrator era uma barra, o efeito de crowding apenas se manifestou nas cartas com espaçamento igual ou menor que 1 detalhe, entre o estímulo alvo e o estímulo distrator. Relativamente ao perto, as únicas AV's de crowding que não apresentam diferenças estatisticamente significativas em relação AV simples foi a acuidade visual medida com a carta AVc2. Estes resultados sugerem que o estímulo distrator em forma de barra é mais penalizante na visão de perto do que na visão de longe, já o estímulo distrator em forma de "C" revelou-se mais perturbador na visão de longe do que na visão de perto.

Pela observação dos resultados obtidos neste estudo verificou-se que o fenômeno do crowding está presente em jovens adultos, com visão binocular normal, sendo mais evidenciado quando os voluntários visualizaram os estímulos com um espaçamento menor. A análise dos dados sugere-nos ainda que o espaçamento crítico em visão de longe é de 2 vezes o tamanho do detalhe (espaçamento a partir do qual o efeito existe) e para o perto o espaçamento que evidencia o fenômeno é de 2 vezes o detalhe para o estímulo AVc e para o estímulo de AVb verifica-se o efeito de crowding para a separação de 2 detalhes.

Os estudos relacionados com esta temática e efetuados até à data, em pessoas com o sistema visual normal, omitem os testes optométricos utilizados na seleção dos participantes. Afirmam simplesmente que os estudos estão em conformidade e que todos os sujeitos de observação apresentam uma visão binocular normal. É o caso dos trabalhos realizados por *Dekker et al* [36] e por *Huurneman et al* [21].

No presente trabalho verificou-se a repetibilidade das cartas de crowding para o perto e pela análise dos dados estes sugerem-nos a existência do fenômeno de crowding ao para essa distância, em pessoas na faixa etária dos 18-30 anos. Os estímulos utilizados são semelhantes a alguns já utilizados em estudos anteriores como os efetuados por *Leat et al* em 1999 [29], e *Daniłova e Bondarko* em 2009 [38], para o longe. Contudo, estes trabalhos só consideraram duas separações entre o estímulo alvo e os distratores e modificavam a posição do

distratores. No entanto, nesta pesquisa houve a variação dos espaçamentos entre os alvos e os distratores, mantendo o distrator sempre com a mesma orientação.

Em relação ao efeito de crowding não existem muitos estudos realizados em visão de perto, e os que existem centram-se na idade infantil. Por isso, o termo de comparação utilizado tem de ser forçosamente estudos com crianças. Em relação à existência de crowding ao perto, o presente trabalho faz alusão à sua presença em jovens adultos, com visão binocular normal, mas os resultados apresentados por *Norgett e Siderov* em 2011[41], e por *Huurneman et al.*[21] em 2012, afirmam que este fenómeno observa-se somente em crianças com idades muito jovens e que ao longo dos anos vai-se degradando devido ao amadurecimento do sistema visual.

Apesar das faixas etárias serem diferentes, este estudo evidencia a existência de crowding ao longe e ao perto, além de que os dados sugerem que o efeito de crowding produzido ao perto pode ser superior ao produzido ao longe.

Apesar do objetivo de *Huurneman et al.* [21] ser a análise das diferenças entre crianças com problemas visuais e crianças com visão normal, os seus resultados mostram que existe crowding em distância de longe e de perto e o maior índice de crowding foi registado em crianças com problemas visuais.

O valor de índice de crowding que se obteve na realização do presente estudo, é semelhante ao resultado obtido no estudo de *Huurneman et al* [21], para crianças com visão binocular normal. Suspeitando-se que o índice de crowding não se degrada ao longo do crescimento, mantendo-se aproximadamente constante desde os 8 anos até a idade média obtida nesta amostra. Note-se que este valor é semelhante entre os dois estudos, mesmo que cada um deles tenha usado estímulos diferentes.

Para melhor comparação com a literatura existente existe necessidade de assegurar a validação das cartas de crowding elaboradas neste trabalho, é necessário verificar também a sua reprodutibilidade para além da repetibilidade já garantida nesta investigação. Note-se que para cumprir as características da reprodutibilidade a análise tem de ser efetuada entre uma ou mais amostras diferentes da amostra estudada, [41].

Capítulo VI - Conclusão

Esta dissertação de mestrado teve como principal objetivo explorar se o fenômeno de crowding, se verifica em visão de perto, num grupo de sujeitos jovens e com visão binocular normal. Para tal foi necessário produzir cartas de acuidade visual de crowding e verificar a sua repetibilidade. Só depois se efetuou uma análise cuidada de todos os parâmetros que poderiam afetar os dados ao longo de um período de três semanas.

O estudo em causa sugere-nos que o fenômeno de crowding existe ao perto, na faixa etária dos 18-30 anos, e que, mais importante que isso revelou ser mais significativo que o efeito de crowding observado ao longe.

O trabalho permitiu evidenciar as diferenças existentes no índice de crowding produzido, em função do tipo de estímulo distrator que é usado. A acuidade visual crowding, medida com as cartas com distratores em forma de barras revelou-se ser mais pobre ao perto contrariamente ao longe, onde o índice de crowding aumenta nas cartas com distratores em forma de “C”.

Projetos futuros / Sugestões para Investigações Futuras

A presente investigação permitiu chegar a resultados de interesse para a comunidade científica como a provável existência do fenômeno de crowding ao perto, mesmo na idade adulta de sujeitos com visão normal.

Em sequência desta investigação sugere-se que seja feita uma análise de reprodutibilidade com vista a validar as cartas de acuidade visual de crowding produzidas, pois para existir reprodutibilidade tem de se verificar uma semelhança de resultado com uma ou mais amostras diferentes da amostra deste estudo. Note-se que para a validação de qualquer procedimento requer tanto da análise da sua repetibilidade como da sua reprodutibilidade.

Dado que o trabalho realizado é pioneiro a nível do crowding ao perto com os estímulos em causa, algumas investigações futuras poderão ser realizadas para aumentar a fiabilidade dos resultados obtidos.

Como o tema ao perto ainda não foi muito abordado, outro trabalho futuro será verificar o seu comportamento em diferentes faixas etárias, afim de verificar o índice de crowding com os mesmos estímulos.

Capítulo VII - Bibliografia

1. Levi DM. Crowding--an essential bottleneck for object recognition: a mini-review. *Vision Res.*;48(5):635-54.
2. Pelli DG, Tillman KA, Su M, Berger TD, Majaj NJ. Crowding and eccentricity determine reading rate. *2007*;7:1-36.
3. Liu L, Arditi a. How crowding affects letter confusion. *Optom. Vis. Sci.* 2001 Jan;78(1):50-5.
4. Berg R Van Den, Cornelissen FW. On the generality of crowding: Visual crowding in size, saturation, and hue compared to orientation. *J. Vis.* 2007;7:1-11.
5. Dekker MJ, Pilon F, Bijveld MMC, de Wit GC, van Genderen MM. Crowding ratio in young normally sighted children;20(2):49-54.
6. Chung STL. The effect of letter spacing on reading speed in central and peripheral vision. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2002 Apr;43(4):1270-6.
7. Whitney D, Levi DM. Visual crowding: a fundamental limit on conscious perception and object recognition. *Trends Cogn. Sci.* 2011 Apr;15(4):160-8.
8. Rayner K. Eye movements in reading and information processing. *Psychol. Bull.* 1978 May;85(3):618-60.
9. Pöder E. Crowding, feature integration, and two kinds of “ attention ’.”*J. Vis.* 2006;6(2):163-9.
10. VanRullen R. Visual saliency and spike timing in the ventral visual pathway. *J. Physiol.* 2003;97(2-3):365-77.
11. Wallace JM, Tjan BS. Object crowding. *2011*;11:1-17.
12. Pelli DG, Palomares M, Majaj NJ. Crowding is unlike ordinary masking: Distinguishing feature integration from detection. *J. Vis.* 2004;4(12):1136-69.
13. Pelli DG, Tillman K a. The uncrowded window of object recognition. *Nat. Neurosci.* 2008 Oct;11(10):1129-35.
14. Bouma H. Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature Publishing Group*; 1970;226(5241):177-8.
15. Capítulo ODEE. Agudeza visual. :2-21. Available from: https://www.google.pt/search?q=detalhe+de+um+optotipo&espv=210&es_sm=93&source=lnms&sa=X&ei=TI5bUsziOtDe7Ab13ICYCw&ved=0CAgQ_AUoAA&biw=1280&bih=699&dpr=1#
16. Excentricidade retiniana [Internet]. Available from: http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0115622_06_cap_05.pdf

17. Sagi D. Multiple levels of orientation anisotropy in crowding with Gabor fl ankers Tomer Livne. 2011;11:1-10.
18. Feng C. Horizontal and vertical asymmetry in visual spatial crowding effects Experiment 1: The crowding. 2007;7:1-10.
19. Chakravarthi R, Cavanagh P. Temporal properties of the polarity advantage effect in crowding. 2007;7:1-13.
20. Levi DM, Klein SA. Suppressive and facilitatory spatial interactions in foveal vision : Foveal crowding is simple contrast masking. 2002;140-66.
21. Huurneman B, Boonstra FN, Cillessen AHN, van Rens G, Cox RF a. Crowding in central vision in normally sighted and visually impaired children aged 4 to 8 years: the influence of age and test design. Strabismus. 2012 Jun;20(2):55-62.
22. Yeotikar NS, Khuu SK, Asper LJ, Suttle CM. Configuration specificity of crowding in peripheral vision. Vision Res. Elsevier Ltd; 2011 Jun 1;51(11):1239-48.
23. Martelli M, Filippo G Di, Spinelli D, Zoccolotti P. Crowding, reading, and developmental dyslexia Marialuisa Martelli. 2009;9:1-18.
24. Cartas de crowding de Kay [Internet]. Available from: <http://www.kaypictures.co.uk/crowded.html>
25. McGraw P V, Win B. Measurement children of letter acuity in preschool. 1995;
26. Atkinson JASECHRP-SE. Visual acuity testing of youg children with the Cambridge Crowding Cards at 3 and 6 m. Acta Ophthalmol. 1988;66 (5):505-8.
27. Cartas de crowding de Cambridge [Internet]. Available from: <http://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/outreach/dubluni.html>
28. Livro de cartas de crowding de LEA [Internet]. Available from: <http://www.lea-test.fi/pt/vistests/instruct/crowded/crowded.html>
29. Leat SJ, Li W, Epp K. Crowding in Central and Eccentric Vision: The Effects of Contour Interaction and Attention. 1998;504-12.
30. Fine E. No TitleDoes meaning matter? The impact of word knowledge on lateral masking. Optom. Vis. Sci. 2001;78(11):831-8.
31. Strasburger H. Unfocused spatial attention underlies the crowding effect in indirect form vision. J. Vis.. 2005;5(11):1024-37.
32. Kennedy GJ, Whitaker D. The chromatic selectivity of visual crowding. 2010;10:1-13.
33. Pelli DG. Are faces processed like words ? A diagnostic test for. 2002;1-13.
34. Greenwood J a, Bex PJ, Dakin SC. Crowding changes appearance. Curr. Biol. Elsevier Ltd; 2010 Mar 23;20(6):496-501.
35. Levi DM, Carney T. Crowding in peripheral vision: why bigger is better. 2011;19(23):1988-93.

36. Dekker MJ, Pilon F, Bijveld MMC, de Wit GC, van Genderen MM. Crowding ratio in young normally sighted children. *Strabismus* 2012 Jun;20(2):49-54.
37. Banks WP, Bachrach KM, Larson DW. The asymmetry of lateral interference in visual letter identification MT MT. 1977;22(3):232-40.
38. Danilova M V, Bondarko VM. Foveal contour interactions and crowding effects at the resolution limit of the visual system. *J. Vis.* 2007;7(2006):1-18.
39. Kong H, West S. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Eur. J. Emerg. Med.* [Internet]. 2001 Sep;8(3):221-3.
40. Bailey IL, Bullimore M a, Raasch TW, Taylor HR. Clinical grading and the effects of scaling. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 1991 Feb;32(2):422-32.
41. Norgett, Y; Siderov J. Crowding in children's visual acuity tests-effect of test design and age. *Optom. Vis. Sci.* 2011;88 (8):920-7.
42. Slezák P, Waczulíková I. Reproducibility and Repeatability. 2011;8408:203-5.

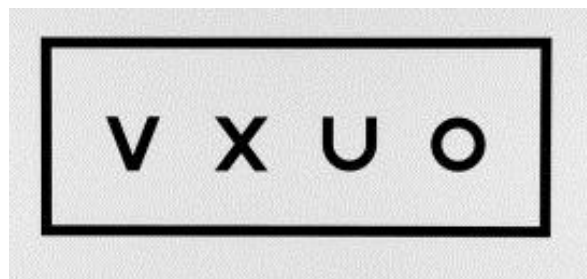
Anexos

Anexo A - Outros exemplos de cartas de crowding

Exemplo das cartas de crowding normalmente utilizadas em crianças com idade superior a 3 anos.



Sheridan gardiner



sonkensen-silver

Anexo B - Parecer ético



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PARECER

Processo: CE-FCS-2012-003

Data entrega processo: 18/01/2012

Data conclusão processo: 08/02/2012

Tema Projecto/Proponente: "*Estudo do Fenómeno de Crowding em visão de longe e visão de perto*" – Prof. Doutora Amélia Nunes

Exmo. Sr. Presidente da Faculdade de Ciências da Saúde

Apreciado o pedido referente ao processo acima mencionado esta Comissão não detectou matéria que ofenda os princípios éticos.

Covilhã, 09 Fevereiro 2012

O Presidente da Comissão de Ética
Prof. Doutor José Martinez de Oliveira

O Vice-Presidente da Comissão de Ética
Prof. Doutor Joaquim Viana

Anexo C - Consentimento informado



Universidade da Beira Interior
Faculdade das ciências da Saúde



Carta de consentimento livre e Esclarecido para participação no Estudo Prático acerca de Desempenho Visual

Exmo Sr(a) venho por este meio solicitar a sua participação num estudo prático, no âmbito de Mestrado em Optometria em Ciências da Visão, que envolve a medição de Acuidade Visual com interação de contornos a fim de perceber se o sistema visual tem o desempenho visual normal.

A equipa que vai realizar o estudo é composta pela autora Nathalie Andrade (licenciada em Optometria-Ciências da Visão) e supervisora do projeto Prof. Doutora Amélia Nunes (Doutorada em Biomedicina) e o Prof. Francisco Ferreira (Doutorado em Física).

Informo a V. Exa que o teste a efectuar é indolor, não invasivo e sem complicações, tratando-se apenas de identificar um conjunto de símbolos apresentados num monitor de computador.

É de salientar que o estudo não subentende qualquer tipo de renumeração tanto por parte dos investigadores como por parte dos voluntários. Não existe qualquer interesse ou apoio comercial por parte de equipa investigadora. A Sua participação no estudo permite-lhe usufruir de um rastreio de visão gratuito, assim como vai permitir à equipa de investigação perceber melhor o fenómeno de Crowding (influência da interação de contornos, na discriminação visual).

Será mantida a confidência dos dados pessoais dos participantes no estudo. Caso haja necessidade de publicar o estudo ou de fazer uma apresentação num congresso científico, os nomes dos voluntários não serão revelados.

Agradeço a Sua participação no estudo e informo que poderá desistir do mesmo sempre que achar estar desconfortável ou por qualquer outro motivo, sem que daí resulte qualquer consequência.

.....

Eu _____, consinto participar num estudo prático sobre avaliação de Desempenho Visual. Fui informado(a) dos objetivos do estudo, daquilo a que serei sujeito e de que não há riscos associados ao teste. Também fui informado(a) que posso interromper a minha participação sempre que for esta a minha decisão, sem que daí resulte alguma repercussão.

Data _____ Assinatura _____

À quanto tempo foi a sua última consulta? _____

Como é que se sente em termos visuais? Vê bem? Ou já viu melhor? _____

Sente algum desconforto quando vê televisão? Ou quando está ao computador? Ou mesmo a ler? (Lacrimação, ardor, comichão, vermelhidão) _____

Toma algum tipo de medicação regularmente? _____

Se Sim, para o quê? _____

A nível de saúde está tudo normal? _____

Há algum antecedente familiar com problemas oculares? _____

E com problemas de saúde? _____

Anexo E - Matriz de aleatoriedade ao longe e ao perto

Matriz de aleatoriedade dos estímulos de longe									
Sujeitos	Avs	AVb2	AVb1,5	AVb1	AVb0,5	AVc2	AVC1,5	AVc1	AVc0,5
1	-0,20	-0,20	-0,20	-0,14	-0,20	-0,18	-0,18	-0,12	-0,08
2	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
3	-0,20	-0,16	-0,02	-0,18	-0,18	-0,10	-0,08	-0,14	-0,04
4	-0,16	-0,10	-0,12	-0,10	-0,08	-0,20	-0,14	-0,06	-0,10
5	-0,14	-0,20	-0,16	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,08	-0,08
6	-0,20	-0,18	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
7	-0,20	-0,16	-0,20	-0,16	-0,14	-0,20	-0,20	-0,16	-0,08
8	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,18	-0,20	-0,18	-0,16	-0,20
9	-0,20	-0,20	-0,18	-0,08	-0,20	-0,20	-0,20	-0,16	-0,18
10	-0,20	-0,04	-0,08	0,00	-0,20	0,00	0,02	0,00	0,04
11	-0,20	-0,20	-0,20	-0,10	0,00	-0,20	-0,20	-0,20	-0,10
12	-0,20	-0,20	-0,12	-0,20	-0,08	-0,10	-0,06	-0,20	-0,10
13	-0,20	-0,20	-0,20	-0,18	-0,10	-0,20	-0,10	-0,08	0,00
14	-0,20	-0,20	-0,20	-0,18	-0,16	-0,12	-0,20	-0,12	-0,08
15	-0,20	-0,16	-0,20	-0,18	-0,12	-0,20	-0,16	-0,10	-0,06
16	-0,20	-0,20	-0,20	-0,16	-0,06	-0,20	-0,17	-0,18	-0,10
17	-0,20	-0,18	-0,18	-0,12	-0,16	-0,20	-0,18	-0,10	-0,08
18	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,18	-0,20	-0,20	-0,20	-0,10
Média μ	-0,19	-0,18	-0,17	-0,15	-0,14	-0,17	-0,15	-0,14	-0,10
Desvio Padrão σ	0,0165	0,0429	0,0522	0,0554	0,0595	0,0578	0,0630	0,0583	0,0655

Matriz de aleatoriedade dos estímulos de perto									
Sujeitos	Avs	AVb2	AVb1,5	AVb1	AVb0,5	AVc2	AVc1,5	AVc1	AVc0,5
1	-0,10	-0,08	-0,10	-0,04	0,02	-0,16	-0,10	-0,10	0,00
2	-0,06	-0,04	0,04	0,04	0,00	-0,10	0,00	-0,04	0,02
3	-0,10	-0,08	-0,08	0,02	0,10	0,02	-0,10	0,02	0,02
4	-0,06	-0,10	0,00	0,00	0,10	-0,10	0,00	0,00	0,02
5	-0,06	-0,10	-0,06	0,00	0,00	-0,10	-0,08	-0,02	0,00
6	-0,10	-0,08	0,00	-0,04	-0,06	-0,10	-0,10	-0,08	0,02
7	-0,10	-0,10	0,00	-0,08	0,00	0,02	-0,10	0,00	0,12
8	-0,12	-0,10	-0,10	-0,10	0,02	-0,10	-0,10	-0,02	0,00
9	-0,10	-0,10	-0,10	0,00	0,10	-0,08	0,02	0,02	0,02
10	0,02	0,10	0,02	0,12	0,14	0,00	0,05	0,10	0,12
11	0,00	0,02	0,04	0,10	0,10	0,04	0,02	-0,04	0,04
12	0,02	0,02	0,00	0,00	0,10	-0,10	0,00	0,00	0,00
13	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,1
14	-0,08	0,06	0,04	0,02	0,00	0,02	0,0	0,02	0,04
15	-0,10	-0,08	-0,06	0,02	0,14	-0,10	-0,04	-0,04	0,00
16	-0,12	-0,04	0,00	0,00	0,04	-0,10	-0,10	-0,02	0,04
17	-0,10	-0,08	0,00	0,10	0,16	0,04	0,00	0,0	0,0
18	-0,16	-0,10	-0,10	0,02	0,00	-0,10	-0,10	0,02	0,00
Média μ	-0,08	-0,05	-0,03	0,01	0,06	-0,06	-0,04	-0,01	0,03
Desvio Padrão σ	0,0484	0,0625	0,0526	0,0570	0,0634	0,0645	0,0562	0,0435	0,0429