



ESCOLA  
SUPERIOR  
DE TECNOLOGIA  
DA SAÚDE  
DE LISBOA



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

# **ALTERAÇÕES DA VISÃO FUNCIONAL EM INDIVÍDUOS COM E SEM INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA**

LUÍS MENDANHA DIAS

LISBOA - 2014



## RESUMO

A eficácia do nosso sistema visual influencia o modo como recolhemos e processamos a informação. Repetidas solicitações do sistema visual tendem a criar problemas em indivíduos suscetíveis. Uma visão ineficiente pode provocar uma menor capacidade de desempenhar algumas tarefas corretamente ou fazer com que estas sejam realizadas com um esforço acrescido. Uma das situações mais comuns, onde isso se verifica é a insuficiência de convergência. A forma como um indivíduo utiliza os seus recursos visuais no desempenho de determinada tarefa é definida como visão funcional. Assim, o objetivo deste trabalho é o de avaliar o desempenho funcional em adultos jovens com insuficiência de convergência, através da identificação de alterações nos comportamentos visuais atencionais, comparativamente com adultos jovens sem insuficiência de convergência. A nossa amostra é composta por estudantes universitários, de ambos os sexos e com idades entre os 18 e os 23 anos, distribuídos por dois grupos. O primeiro grupo é formado por indivíduos com insuficiência de convergência e o segundo por indivíduos sem insuficiência de convergência, sendo que, cada um dos grupos é composto por 26 participantes. Os resultados obtidos apontam para uma perda de qualidade relativamente à fixação, nos indivíduos com insuficiência de convergência e parecem sugerir também uma maior estabilidade da fixação e um movimento sacádico mais preciso nos indivíduos sem insuficiência de convergência. Assim, podemos dizer de genericamente que no nosso estudo a análise das variáveis estudadas mostra que a insuficiência de convergência provoca uma perda de qualidade relativamente aos comportamentos visuais atencionais e, conseqüentemente, à visão funcional.

**Palavras-chave:** insuficiência de convergência; visão funcional; fixar; mudança do olhar; *tracing*.

# ÍNDICE

RESUMO .....	II
ÍNDICE.....	III
SIGLAS E ABREVIATURAS .....	V
ÍNDICE DE TABELAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
INTRODUÇÃO.....	1
INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA.....	4
Definição .....	4
Incidência .....	6
Sintomas .....	10
Implicações na Visão Funcional.....	14
OBJETIVOS.....	17
METODOLOGIA .....	20
Tipo de Estudo .....	20
Definição da População e Seleção da Amostra .....	20
Hipóteses .....	25
Definição de Variáveis.....	25
Variáveis dependentes .....	25
Variável independente .....	26
Instrumento .....	26
Procedimento .....	33
Limitações do Estudo .....	36
RESULTADOS.....	37

Características da Amostra .....	37
Amostra Total .....	37
Grupos em estudo .....	38
Parâmetros de classificação da IC .....	39
Análise Descritiva e Estudo Comparativo – Capacidades Visuais .....	40
Variável Fixar (Número de Fixações e Duração Média das Fixações) .....	41
Variável Mudança do olhar (Média das Distâncias Inter-Fixações) ..	44
Variável <i>Tracing</i> (número de inversões) .....	46
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES .....	48
Sugestões de Estudos Futuros .....	51
BIBLIOGRAFIA.....	52
ANEXOS.....	57
Anexo I .....	58
Grelha de avaliação e caracterização da amostra.....	58
Anexo II .....	60
Questionário de caracterização das queixas astenópicas .....	60
Anexo III .....	63
Parâmetros de observação do <i>eye tracker</i> .....	63

## SIGLAS E ABREVIATURAS

AOA	American Optometric Association
ASL	Applied Science Laboratories
B-C	Sentido de Baixo para Cima
CA/A	Convergência Acomodativa/Acomodação
C'	Convergência fusional para perto
C-B	Sentido de Cima para Baixo
cm	Centímetros
D-E	Sentido da Direita para a Esquerda
E-D	Sentido da Esquerda para a Direita
FAAO	Fellows of the American Academy of Optometry
GcIC	Grupo de indivíduos com insuficiência de convergência
GsIC	Grupo de indivíduos sem insuficiência de convergência
H <sub>n</sub>	Hipóteses em estudo
Hz	Hertz - unidade de medida derivada do sistema internacional para frequência
IC	Insuficiência de convergência
LED	Light Emitting Diodes
LCD	Liquid Crystal Display
MEM	Monocular Estimate Method
mm	Milímetros
p	Nível de significância
PPC	Ponto próximo de convergência
RPD	Rompe por diplopia
RPS	Rompe por supressão
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Estudos que referem a prevalência da IC de acordo com os parâmetros de classificação (ordenado por ordem cronológica). ....	8
Tabela 2: Sumário dos estudos que referem a incidência dos sintomas da IC. ....	12
Tabela 3: Amostra total.....	37
Tabela 4: Grupo com IC (GcIC - idade) .....	38
Tabela 5: Grupo sem IC (GsIC - idade) .....	38
Tabela 6: PPC (GcIC e GsIC) .....	39
Tabela 7: Convergência para perto (GcIC e GsIC) .....	39
Tabela 8: Fixar (número de fixações) - GcIC e GsIC .....	41
Tabela 9: Teste de Mann-Whitney - Fixar (número de fixações) .....	41
Tabela 10: Fixar (duração média das fixações) – GcIC e GsIC .....	43
Tabela 11: Teste de T-Student - Fixar (duração média das fixações) .....	43
Tabela 12: Teste de Mann-Whitney - Fixar (duração média das fixações) .....	43
Tabela 13: Mudança do olhar (média das distâncias inter-fixações) - GcIC e GsIC.....	45
Tabela 14: Teste de Mann-Whitney - Mudança do olhar (média das distâncias inter-fixações) .....	45
Tabela 15: Teste de T-Student - Mudança do olhar (média das distâncias inter-fixações) .....	45
Tabela 16: <i>Tracing</i> (número de inversões) - GcIC e GsIC.....	46
Tabela 17: Teste de Mann-Whitney - <i>Tracing</i> (número de inversões) ....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização do alvo nas 15 posições possíveis.....	31
Figura 2: Os três primeiros pontos dos segmentos horizontais .....	31
Figura 3: Os três primeiros pontos dos segmentos verticais .....	32
Figura 4: Os 9 pontos de calibração .....	34

## INTRODUÇÃO

A visão, como sentido primordial na percepção do exterior pelo ser humano, assume uma importância fulcral em toda a sociedade, com repercussão nos mais variados ramos da ciência e do conhecimento. Na captação da informação exterior intervêm um conjunto de estratégias preceptivas visuais, que se desencadeiam de acordo com as condições de interação e as características intrínsecas do indivíduo.

Como consequência do desenvolvimento tecnológico, assistimos nas últimas décadas a um aumento do número de horas de utilização da visão de perto e de pormenor, quer na nossa atividade profissional quer durante o tempo de lazer.

O funcionamento eficiente da visão permite-nos compreender melhor o mundo que nos rodeia e orientar com precisão e rapidez as nossas ações.

A eficácia do nosso sistema visual influencia o modo como recolhemos e processamos a informação. Repetidas solicitações do sistema visual tendem a criar problemas em indivíduos suscetíveis. Uma visão ineficiente pode provocar uma menor capacidade de desempenhar algumas tarefas corretamente ou fazer com que estas sejam realizadas com um esforço acrescido. Uma das situações mais comuns, onde isso se verifica é a insuficiência de convergência (IC), manifestando-se principalmente na visão ao perto.

Dentro das questões relacionadas com a visão ao perto é também importante ter em conta os aspetos inerentes à fisiologia do sistema visual e que assenta na existência de uma visão binocular de qualidade, pressupondo esta a existência de uma boa sinergia acomodação/convergência e uma boa capacidade de convergência. Daí que fatores como a idade, pela influência que esta tem na acomodação e alterações da convergência poderão interferir o desempenho funcional relacionado com a função visual.

A preocupação com esta temática surge de um modo natural e como consequência do nosso percurso profissional e académico. Como Ortopista, estivemos ligados, a maior parte dos nossos mais de vinte anos de experiência profissional, à Secção de Estrabismo do Serviço de Oftalmologia do Hospital de Santa Maria, onde o nosso trabalho incidiu principalmente na avaliação e tratamento das perturbações da visão binocular, nas quais se insere a IC, tendo-nos sido possível também, devido à dinâmica do Serviço, realizar algum trabalho de investigação nesta área.

Por outro lado, enquanto docente do Curso Superior de Ortóptica da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, esta temática de investigação tem sido uma das que mais interesse nos tem despertado.

Este trabalho debruça-se sobre a problemática da IC e as suas repercussões na visão funcional. Assim sendo, a sua estrutura pretende fazer com que as diferentes partes que o constituem se conjuguem, realçando, de uma forma coerente, a problemática em questão. Procuramos deste modo, assegurar um rigor metodológico indispensável num trabalho desta natureza.

A organização do trabalho assenta em quatro partes principais, sendo a primeira composta pela Introdução e Revisão da Literatura que pretendeu ser o mais exaustiva possível em relação à problemática da IC e os comportamentos visuais funcionais, e pelos Objetivos onde se pretende enquadrar o objetivo principal com os objetivos específicos deste estudo.

A segunda parte aborda a Metodologia utilizada, definindo a amostra, colocando as hipóteses, identificando as variáveis, descrevendo o instrumento e expondo todo o procedimento utilizado.

Na terceira parte são apresentados os Resultados onde para além da caracterização da amostra é apresentada uma análise descritiva e exposto o estudo estatístico selecionado para este trabalho, de modo a dar resposta às hipóteses em estudo.

A quarta e última parte está reservada à Discussão e Conclusões deste estudo, onde se pretende interpretar e analisar os resultados relacionando-os com os estudos apresentados na revisão da literatura.

## **INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA**

Dos vários problemas oculares, que se manifestam principalmente na visão ao perto, a IC é um dos mais comuns (J Cooper & Duckman, 1978), sendo mesmo, a mais comum das disfunções da vergência fusional (Ciuffreda, 2002; Molina M & Mora, 2010).

A IC é uma entidade clínica isolada sendo uma das principais causas de desconforto ocular. De facto, é a causa mais comum de astenopia muscular, sendo por isso de uma relevância clínica muito grande (Von Noorden, 2002). É tipicamente uma condição benigna e idiopática que representa um desajuste entre as capacidades visuais de um indivíduo e as suas necessidades na visão de perto (Weissberg, 2004).

### **DEFINIÇÃO**

A convergência é um movimento binocular de vergência que provoca o aumento do ângulo formado pelos eixos visuais normalmente através da adução simultânea de ambos os olhos (Santiago, Ing, Kushner, & Rosenbaum, 1999). Assim, IC pode ser definida como a condição em que o movimento paralelo dos olhos é normal mas os movimentos conjugados, de contração simultânea dos músculos retos internos (convergência), estão limitados. Mesmo que o ponto próximo de convergência (PPC) esteja dentro dos limites normais, pode não ser possível manter uma convergência adequada sem um esforço considerável, o que, por si só constitui um certo grau de IC (Lyle, Jackson, & Wybar, 1967).

Quando a IC é pura, caracteriza-se por uma alteração da função de convergência sem alteração na posição de repouso (Hugonnier & Hugonnier, 1981). Não só a incapacidade de fazer convergir normalmente os olhos deverá ser tida em conta no diagnóstico da IC, mas também a

capacidade de manter uma convergência durante o tempo que for necessário, deverá ser analisada (Lang, 1981).

A diminuição da amplitude de fusão, motora e sensorial, em convergência para perto e para longe é outro parâmetro essencial para a caracterização da IC. Nestes casos, a amplitude de fusão está limitada em convergência, podendo ser inferior a 10 dioptrias prismáticas para longe e também para perto, quando medida no espaço (Jeanrot & Jeanrot, 1996).

Ainda outros parâmetros são-nos introduzidos para a definição de IC (M Scheiman & Wick, 2008). Definindo-a, como sendo a condição em que existe uma exoforia para perto, ortoforia ou uma pequena exoforia para longe, um PPC aumentado, uma reduzida capacidade de fusão em convergência e uma relação AC/A reduzida. Dos vários problemas da visão binocular não estrábicos, a IC é o mais comum e o que tem recebido maior atenção.

O diagnóstico da IC é baseado na existência de um PPC afastado (mais de 9 a 10cm) e numa diminuição da amplitude de fusão, em convergência, para perto (Hugonnier & Hugonnier, 1981; Von Noorden, 2002). No entanto, alguns autores (Santiago et al., 1999) referem que para diagnosticar uma IC basta que se verifique uma das seguintes condições: amplitude de convergência deficiente (menos de 20 dioptrias prismáticas para perto) ou um PPC remoto (entre 10 a 30cm ou mais).

Muitos pacientes com IC têm associada uma exoforia para perto, no entanto também podem ser ortofóricos ou até mesmo endofóricos, podendo também, qualquer uma destas três situações estar associada a uma foria vertical. Contudo, a IC é uma entidade clínica isolada sendo uma das mais comuns causas de desconforto ocular, de facto, é a causa mais comum de astenopia muscular, sendo por isso de uma relevância clínica muito grande (Lyle et al., 1967; Von Noorden, 2002).

## INCIDÊNCIA

Relativamente à incidência, vários autores apresentam valores bastante diferentes que vão desde 1,75% a 25% (J Cooper & Duckman, 1978).

A bibliografia por nós consultada foi reveladora disso mesmo. Assim, e de modo a facilitar a comparação entre os diversos estudos, elaborámos uma tabela (Tabela 1) onde apresentamos os diferentes trabalhos que referem os valores de prevalência da IC com os respetivos critérios de classificação.

Da leitura da Tabela 1, podemos observar que a prevalência da IC tem sido estimada entre 1.7% (Norn, 1966) e 33% (FAAO & Dwyer, 1992), variando as amostras em estudo entre os 6 e 83 anos de idade.

Na classificação da IC alguns autores consideraram apenas um critério (FAAO & Dwyer, 1992; Letourneau, Lapierre, & Lamont, 1979; Norn, 1966; Pickwell & Stephens, 1975), outros dois critérios (Letourneau & Ducic, 1988), outros três critérios (Jiménez, Lázaro, García, & Pérez, 2003; Kratka & Kratka, 1956; Rouse et al., 1999; Rouse, Hyman, Hussein, & Solan, 1998; White & Brown, 1939), outros mais de três (Lara, Cacho, García, & Megías, 2001; Porcar & Martinez-Palomera, 1997; M Scheiman et al., 1996). O parâmetro mais utilizado para a classificação da IC é o PPC (FAAO & Dwyer, 1992; Jiménez et al., 2003; Kratka & Kratka, 1956; Lara et al., 2001; Letourneau & Ducic, 1988; Letourneau et al., 1979; Norn, 1966; Pickwell & Stephens, 1975; Porcar & Martinez-Palomera, 1997; Rouse et al., 1998, 1999; M Scheiman et al., 1996; White & Brown, 1939), variando os valores normativos entre 7.5, 9 ou 10 cm. Apenas num dos estudos o PPC não foi utilizado como critério de classificação da IC (Porcar & Martinez-Palomera, 1997).

Relativamente aos trabalhos que utilizam o PPC como único critério para a classificação da IC, os valores normativos são: >9 cm, >10 cm, >10 cm com alvo não acomodativo, obtendo-se prevalências de 1.7%, 12% e 8,3%, respetivamente (Letourneau et al., 1979; Norn, 1966; Pickwell & Stephens, 1975).

<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Amostra n (Idade)</b>	<b>Local de recolha da amostra</b>	<b>CrITÉRIOS de classificação da IC</b>	<b>Frequência da IC (%)</b>
White & Brown	1939	11.600	Prática oftalmológica	Sem desvio vertical (Normas de Duane)*	7,5%
				Pelo menos 1 sinal	25%
Kratka & Kratka	1956	500	Prática oftalmológica	3 Sinais: Exoforia > pp PPC Reduzido Convergência pp diminuída	12,5%
Norn	1966	10.022 (6 aos 70)	Prática Oftalmológica (Período de 2 anos)	PPC > 9 cm	1,7%
Pickwell & Stephens	1975	200 (8 a 83) 75% >50	Prática Optométrica	PPC > 10 cm	12%
Letourneau et al	1979	735 (7 aos 14)	Escola Básica	PPC > 10 cm (alvo não acomodativo)	8,3%
Letourneau & Ducic	1988	2.054 (6 a 13)	Escola Básica	Exoforia > pp PPC > 10 cm	2,2%
Dwyer	1992	144 (7 a 18)	Prática Optométrica	Exoforia pp	33%
Scheiman et al	1996	1.650 (6 a 18)	Clinica Pediátrica	PPC > 10 cm (RPS / RPD) ou >17,5 cm (Recuperação da Fusão) 3 Sinais Clínicos	5,3%
Porcar & Palomera	1997	65 (22 □ 3)	Estudantes do 2º Ano de Universidade	exoforia pp (>6Δ) baixo índice AC/A (< 3) < C' sint. assoc. à leitura	7,7%
				1. Exoforia pp > pl (4Δ ou mais)	* 31,8 % (1 ou + sinais)
Rouse et al	1998	620 (8 aos 12)	Duas clínicas de Optometria	2. Baixas Amplitudes de Convergência (falha nos critérios de Sheard**, ou 12Δ para desfocar e 15 Δ RPD/RPS);	* 17,6% (2 ou + sinais)
				3. PPC ≥ 7,5cm (RPS / RPD) ou ≥ 10,5 cm (Recuperação da Fusão)	* 6% (1, 2 e 3)
				1. Exoforia pp > pl (4Δ ou mais)	*8, 4% (Sinal 1) <i>Baixa Suspeita</i>
Rouse et al	1999	684 (9 aos 13)	Escola Básica	2. Baixas Amplitudes de Convergência (falha nos critérios de Sheard, ou 12Δ para desfocar e 15 Δ RPD/RPS)	* 8,8% (1+2/3) <i>Alta Suspeita</i>
				3. PPC ≥ 7,5cm (RPS / RPD) ou ≥ 10,5 cm (Recuperação da Fusão)	*4,2 % (1, 2 e 3)

13% de IC significativa (2 ou 3 sinais)

Autores	Ano	Amostra n (Idade)	Local de recolha da amostra	Critério de classificação da IC	Frequência da IC (%)
Lara, Cacho, García, & Megías	2001	256 (10 aos 35)	Clínica Optometria	exoforia pp ( $>6\Delta$ ) < C' PPC > 10 cm +2 sinais de 4: baixo índice AC/A (<3) teste ac. bin +2.00 D, <3 MEM, < 10.25 D NRA, < 1.50 D	3,5% (0,8% sem componente acomodativa)
Jiménez, Lázaro, García, & Pérez	2003	1014 (6 aos 12)	Escola Básica	exoforia pp ( $>3.4\Delta$ ) C' <12 (6 a 7 anos) ou <9 (8 a 12 anos) PPC > 11 cm ou recuperação >19.7cm	0.49%
				Critérios de: (M Scheiman et al., 1996)	0.89%
				Critérios de: (Rouse et al., 1998)	1.57%
				Critérios de: (Lara et al., 2001)	0.20 %

 2.07%  
Pelo menos um dos 4 critérios

Tabela 1: Estudos que referem a prevalência da IC de acordo com os parâmetros de classificação (ordenado por ordem cronológica).

Estudos com os mesmos objetivos, amostras semelhantes (relativamente à idade) e com os mesmos critérios [exoforia  $4^{\Delta}$  para perto, baixas amplitudes de convergência e PPC  $\geq 7,5$  cm (quebra da fusão) ou  $\geq 10,5$  cm (restituição da fusão)] apresentaram prevalências de IC diferentes (Rouse et al., 1999, 1998). Num dos estudos verificou-se uma prevalência de 17.6% com dois ou mais critérios (sendo um deles a exoforia para perto  $>4^{\Delta}$  para longe), e 6% com os três critérios (Rouse et al., 1998). Enquanto que o outro estudo obteve uma prevalência de 13% e 4,2% para os mesmos critérios (Rouse et al., 1999). No primeiro trabalho a amostra foi recolhida em duas clínicas de optometria e no segundo a amostra foi obtida numa escola do ensino básico. Esta diferença poderá explicar as diferenças encontradas.

Situação idêntica verificou-se noutros dois trabalhos que utilizaram a exoforia para perto como critério único para a classificação da IC

obtendo valores de incidência de 8.4% (Rouse et al., 1999) e 33% (FAAO & Dwyer, 1992). Os autores, no primeiro artigo consideraram apenas valores de exoforia para perto  $\geq 4^{\Delta}$  que a de longe e a amostra foi recolhida numa escola do ensino básico, enquanto no segundo artigo não foi estabelecido qualquer valor mínimo e a amostra foi obtida através da prática optométrica.

Outro estudo, com populações específicas, apresentou uma prevalência bastante elevada da IC (38% a 36%) em crianças disléxicas com 12 e 13 anos de idade (Latvala, Korhonen, Penttinen, & Laippala, 1994).

O facto de existir uma discrepância na classificação da IC, tanto ao nível dos critérios utilizados, como dos valores normativos, pode explicar a grande variabilidade dos valores de incidência apresentados nos diferentes estudos. Isto vem realçar a importância da necessidade de se elaborar e utilizar um único critério normalizado para o diagnóstico da IC (Jiménez et al., 2003). A variabilidade relativamente às amostras em estudo, na nossa opinião, também contribui para a variabilidade dos valores. Assim, genericamente podemos dizer que critérios de classificação da IC mais exigentes, ou seja, com um maior número de parâmetros utilizados e com valores normativos mais baixos (próximos da norma), vão originar incidências mais baixas. Além disso, perante critérios de classificação da IC idênticos também assistimos a valores de incidência tendencialmente mais baixos quando a amostra é recolhida fora de clínicas oftalmológicas e optométricas. Isto pensamos nós, deve-se ao facto de os indivíduos que procuram essas instituições, habitualmente já apresentarem algum tipo de queixa relacionada com a visão, o que de certa maneira origina uma seleção logo à partida que necessariamente poderá influenciar os valores de incidência da IC.

## SINTOMAS

Os principais sintomas da IC, referidos pela maioria dos autores, são a astenopia ou fadiga visual, que se caracteriza por: cefaleias frontais, ardor ocular e “olhos cansados”. Estes sintomas, apresentam a particularidade de aparecerem praticamente só na visão de perto e geralmente só ao fim de algum tempo (Borsting et al., 2003; Ciuffreda, 2002; Jeffrey Cooper, 1998; Daum, 1984; FAAO & Dwyer, 1992; Hirsch, 1943; Hugonnier & Hugonnier, 1981; Jeanrot & Jeanrot, 1996; Kent & Steeve, 1953; Lyle et al., 1967; Patwardhan, Sharma, Saxena, & Khanduja, 2008; Porcar & Martinez-Palomera, 1997; Pratt-Johnson & Tillson, 2001; Rosenbaum & Santiago, 1999; Mitchell Scheiman et al., 2002, 2005; Simon & AAO, 2002).

Outros sintomas, também são referidos por diversos autores, tais como: dificuldade em alternar entre visão de longe e perto, visão turva para perto, queixas durante a leitura com linhas que se misturam e em algumas ocasiões até mesmo diplopia (Adler, 2002; AOA, 2010; Ciuffreda, 2002; J Cooper & Duckman, 1978; Jeffrey Cooper, 1998; Daum, 1984; FAAO & Dwyer, 1992; Jeanrot & Jeanrot, 1996; Lyle et al., 1967; Porcar & Martinez-Palomera, 1997; M Scheiman et al., 1996; Mitchell Scheiman et al., 2002, 2005; Simon & AAO, 2002).

Só em estudos mais recentes, é que alguns autores referem que a náusea, sonolência, perda de concentração, fadiga geral e sensação de que os olhos são “empurrados para fora”, são sintomas que podem estar relacionados com a IC (AOA, 2010; Ciuffreda, 2002; Porcar & Martinez-Palomera, 1997; Valdecabres, 2008).

Na Tabela 2 podemos analisar os estudos que referem a prevalência dos sintomas da IC nas populações estudadas.

Os sintomas comuns a quase todos os estudos são a fadiga ocular, as cefaleias, a diplopia e a visão turva. Assim, podemos observar que o sintoma com valores maiores de prevalência é a fadiga ocular, que varia entre 75.3% (Patwardhan et al., 2008) e 19% (Daum, 1984), embora neste estudo a astenopia (36%) apareça separada da fadiga ocular.

<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Amostra (Idade da Amostra)</b>	<b>Local de Recolha da Amostra</b>	<b>Sintomas</b>	<b>Frequência</b>
Hirsch	1943	48	Clínica de Ortópica	Fadiga ocular	38%
				Cefaleias;	25%
				Dor;	18%
				Ardor;	18%
				Lacrimejo	18%
Kent and Steeve	1953	57 (17 aos 38)	Clínica Militar	Cefaleias;	60%
				Visão desfocada;	48%
				Fadiga ocular;	34%
				Diplopia	21%
Dwyer	1992	144 (7 a 18)	Prática Optométrica	Problemas na Performance Escolar	35%
				Fadiga Ocular	23%
				Cefaleias	15%
				Visão Turva	7%
				Visão de Longe Turva	19%
				Diplopia	1%
				Exame de Rotina	17%
				Outros	6%
Porcar and Palomera	1997	65 (Média de 22 ± 3)	Estudantes do 2º Ano de Universidade	Astenopia após 1/2h;	7,7%
				Astenopia ao final do dia;	13,8%
				Cefaleias 1/2h;	10,8%
				Cefaleias ao final do dia;	7,7%
				Desfocagem na visão de longe e dificuldade na transição longe perto;	12,3%
				Sensibilidade à luz;	9,2%
				Movimento de palavras;	4,6%
				Diplopia Intermitente;	3,1%
Diminuição da concentração.	3,1%				
Daum	1984	110 (Média de 19,9)	Clínica	Cefaleias;	54%
				Visão desfocada e Diplopia;	47%
				Astenopia;	36%
				Fadiga ocular;	19%
				Problemas associados à leitura;	10%
Fotofobia.	3%				
Adler	2002	92 (6 aos 35)	Clínica	Visão Desfocada;	43,5%
				Texto "saltar";	32,6%
				Tamanho da letra a variar;	30,4%
				Desvanecer das palavras;	20,7%
				Cores à volta do texto;	29,3%
				Palavras que aparentam mover-se;	33,7%
				Palavras que desaparecem;	31,5%
				Diplopia;	45,7%
				Ajustar livro ao comprimento do braço;	14,1%
				Prurido;	47,8%
Inclinar, rodar o livro;	33,7%				
Pestanejo excessivo;	26,1%				



de prevalência dos sintomas sobre valorizados, uma vez, que quem recorre a essas instituições é porque foi referenciado por outro técnico de saúde e/ou apresenta algum tipo de queixa relacionada com a visão.

Fadiga visual e diplopia em resultado de uma IC podem ser uma séria limitação à aprendizagem (Mazow, France, Finkleman, Frank, & Jenkins, 1989).

O aparecimento de sintomas depende, em grande parte, das necessidades visuais do indivíduo (Lyle et al., 1967). Por isso, a IC raramente chega a ser um problema clínico antes da transição da adolescência para a idade adulta. O aumento do trabalho escolar e os prolongados períodos de leitura podem exacerbar os sintomas. O tipo de paciente mais frequente são os estudantes dos últimos anos do secundário e universitários que frequentemente apresentam queixas antes dos exames devido ao esforço visual desenvolvido durante os períodos extensos de estudo para a preparação dos mesmos (Von Noorden, 2002). Num estudo realizado em estudantes universitários é referido que deverá existir uma avaliação visual adequada nesta população, uma vez que as alterações da visão binocular poderão ter um efeito negativo no seu rendimento académico (Porcar & Martinez-Palomera, 1997).

Outro autor (Jeffrey Cooper, 1998) refere que o desempenho escolar, especialmente quando a criança começa a ler com letras mais pequenas e durante mais tempo, pode ser afetado pela presença de uma IC. Devido ao desconforto, a criança pode não conseguir completar as suas tarefas e distrair-se facilmente ou não estar atenta.

Com um tratamento ortóptico adequado, a IC apresenta um prognóstico, para o alívio dos sintomas e restabelecimento das funções binoculares, habitualmente bom (Lyle et al., 1967).

A existência de uma relação entre a IC e a acomodação tem sido confirmada por alguns autores. Alterações da acomodação podem causar uma aparente IC. Uma vez que a visão ao perto envolve a acomodação e a convergência, uma alteração da acomodação pode causar um defeito secundário na convergência (Pratt-Johnson & Tillson, 2001). Deste modo, indivíduos no início da presbiopia podem desenvolver uma IC (Von

Noorden, 2002). No entanto a sua incidência não mostra correlação significativa com a idade ou com erros reactivos (Abrams & Duke-Elder, 1993). Apesar disso, os mesmos autores referem que embora a etiologia da IC não seja completamente entendida, as dificuldades de acomodação são uma das causas comuns para o seu aparecimento. Mais recentemente, estudos referem que nem toda a IC tem por base uma insuficiência de acomodação (Marran, De Land, & Nguyen, 2006).

### **IMPLICAÇÕES NA VISÃO FUNCIONAL**

A forma como um indivíduo utiliza os seus recursos visuais (a função visual) no desempenho de determinada tarefa do quotidiano é definida como visão funcional (Colenbrander, 2010; Lueck, 2004). O conceito de visão funcional não se limita à descrição do órgão; remete-nos antes para a capacidade de cada indivíduo realizar tarefas da vida diária avaliando o seu desempenho. A capacidade de um indivíduo ver e “funcionar” visualmente é determinada na maior parte das vezes pelas contribuições relativas de um certo número de componentes visuais que atuam de forma combinada. A existência de defeitos nestes parâmetros tem grande influência na capacidade para desempenhar as mais variadas tarefas, e a existência de possíveis alterações dos mesmos pode explicar de que forma estes podem influenciar as capacidades visuais na realização de tarefas (Lueck, 2004).

Quando as capacidades funcionais estão restringidas, muitos referem-nas como incapacidades. O termo “incapacidade” poderá ter significados diferentes (deficiência, defeito, etc...) consoante o contexto em que é empregue. Por isso mesmo é que Colenbrander (2010), defende que é preferível evitar o termo “incapacidade” e utilizar-se antes em “perda de capacidade”.

A ineficiência visual, relacionada com a visão funcional, pode ser um fator dominante na dificuldade de realização de tarefas de perto. Nesse sentido, as alterações dos parâmetros da função visual, tais como

a IC e as disfunções oculomotoras, podem ter um efeito negativo no processo de leitura (Birnbaum, 1993).

Para compreendermos melhor as capacidades visuais e a sua utilização nas tarefas funcionais, é importante identificar e diferenciar os diferentes tipos de capacidades e comportamentos visuais. Segundo Hall e Bailey em 1989, existem três tipos de capacidades e comportamentos visuais (Lueck, 2004):

- Comportamentos visuais atencionais têm uma maior componente visual e incluem capacidades como fixar, seguir objetos em movimento, mudar a direção do olhar ou varrimento.
- Comportamentos de observação visual têm uma maior componente cognitiva e incluem atividades como inspecionar, identificar e agrupar elementos visuais.
- Comportamentos motores visualmente guiados têm uma maior componente viso-motora e incluem atividades como alcançar, voltar-se para e mover-se em direção a alvos visuais.

Destes três tipos de comportamentos, aqueles que serão mais afetados pela presença de IC serão, necessariamente, os comportamentos visuais atencionais, uma vez que refletem um desempenho funcional quase que exclusivamente ligado à função visual. De acordo com Lueck (2004) as diferentes capacidades que compõem os comportamentos visuais atencionais são:

**Fixar:** Direcionar o olhar de modo a que o objeto de interesse tenha a sua imagem na fóvea ou no lócus da retina.

**Mudança do olhar:** Alterar a fixação para um novo ponto de interesse.

**Varrimento:** Realizar uma série de fixações de modo a inspecionar, visualmente, uma grande área.

**Localização:** Ter consciência da localização de um objeto presente no meio ambiente através de pistas visuais, auditivas ou cinestésicas que permitam direcionar-lhe a fixação.

**Tracking (seguimento):** Manter a fixação num objeto em movimento usando movimentos de perseguição. São movimentos oculares involuntários lentos que procuram manter na fóvea a imagem de um alvo em movimento. Os movimentos de perseguição ocorrem quando o objeto está em movimento e também quando a cabeça roda enquanto fixa um objeto parado.

**Tracing (seguir uma linha):** Realizar uma série de movimentos sacádicos (mudança rápida de fixação de um ponto para outro) para guiar, progressivamente, a fixação ao longo de uma linha ou bordo.

## OBJETIVOS

As alterações da função visual como a IC terão necessariamente repercussão a nível do desempenho funcional relacionado com a visão. Ou seja, fazendo uma análise de toda a sintomatologia associada à IC descrita anteriormente, será espectável que os indivíduos com IC apresentem maiores dificuldades na execução das suas capacidades e comportamentos visuais do que os indivíduos que não tenham IC.

A IC, como foi referido anteriormente, é um problema ocular que se manifesta principalmente na visão de perto (J Cooper & Duckman, 1978), sendo a mais comum das disfunções da vergência fusional (Ciuffreda, 2002; Molina M & Mora, 2010). Além disso, apresenta sintomas que normalmente só se manifestam na visão de perto e geralmente só ao fim de algum tempo (Borsting et al., 2003; Ciuffreda, 2002; Jeffrey Cooper, 1998; Daum, 1984; FAAO & Dwyer, 1992; Hirsch, 1943; Hugonnier & Hugonnier, 1981; Jeanrot & Jeanrot, 1996; Kent & Steeve, 1953; Lyle et al., 1967; Patwardhan et al., 2008; Porcar & Martinez-Palomera, 1997; Pratt-Johnson & Tillson, 2001; Rosenbaum & Santiago, 1999; Mitchell Scheiman et al., 2002, 2005; Simon & AAO, 2002). Sendo mesmo considerada, um desajuste entre as capacidades visuais de um indivíduo e as suas necessidades na visão de perto (Weissberg, 2004). O que justifica o facto de, normalmente, a IC ser mais frequente nos estudantes dos últimos anos do secundário e universitários que frequentemente apresentam queixas antes dos exames devido ao esforço visual desenvolvido durante os períodos extensos de estudo para a preparação dos mesmos (Von Noorden, 2002).

A leitura é uma das tarefas, mais comum, que utiliza a visão de perto. Além disso, muita da sintomatologia da IC está relacionada com a leitura (Adler, 2002; AOA, 2010; Ciuffreda, 2002; J Cooper & Duckman, 1978; Jeffrey Cooper, 1998; Daum, 1984; FAAO & Dwyer, 1992; Jeanrot & Jeanrot, 1996; Lyle et al., 1967; Porcar & Martinez-Palomera, 1997; M Scheiman et al., 1996; Mitchell Scheiman et al., 2002, 2005; Simon &

AAO, 2002). Assim, como durante o processo de leitura, enquanto os olhos percorrem as palavras ao longo da linha, realizamos movimentos oculares denominados de sacadas e entre estas os olhos permanecem relativamente parados durante a fixação, (Just & Carpenter, 1980; Rayner, 1998; Schotter & Rayner, 2012), as capacidades e comportamentos visuais, conforme foram descritos por Lueck (2004), implicados nesta tarefa serão os comportamentos visuais atencionais.

Deste modo, as capacidades pertencentes aos comportamentos visuais atencionais que estão mais implicados na tarefa de perto de leitura são:

- **Fixar:** durante a leitura quase todas as palavras são fixadas (Just & Carpenter, 1980).
- **Mudança do olhar:** durante a leitura, entre cada fixação realizam-se sacadas entre cada 7 a 9 letras, em média (Schotter & Rayner, 2012).
- **Tracing:** as sacadas seguem-se sequencialmente ao longo da linha, da esquerda para direita. No entanto, nem todas as sacadas se movem para frente na direção do texto. Podendo haver 10-15% de regressões durante a leitura (Schotter & Rayner, 2012).

De modo a podermos avaliar estas três capacidades visuais foi elaborada um teste que nos poderá permitir, através da comparação da fixação de um alvo circular apresentado em várias posições, sequencialmente ao longo de uma linha, entre indivíduos com e sem IC, observar diferenças nos comportamentos visuais. Deste modo, esperamos encontrar diferenças entre os dois grupos em estudo, relativamente ao desempenho das capacidades e comportamentos visuais, durante a fixação, variando a direção e o sentido da sequência, do alvo mostrado.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é o de avaliar o desempenho funcional em adultos jovens com IC, através da identificação de alterações nos comportamentos visuais atencionais,

comparativamente com adultos jovens sem IC. Partindo deste objetivo mais global elaborámos três objetivos específicos:

- Identificar alterações na capacidade visual **Fixar** em indivíduos com IC, comparativamente com indivíduos sem IC.
- Identificar alterações na capacidade visual **Mudança do olhar** em indivíduos com IC, comparativamente com indivíduos sem IC.
- Identificar alterações na capacidade visual **Tracing** em indivíduos com IC, comparativamente com indivíduos sem IC.

## **METODOLOGIA**

### **TIPO DE ESTUDO**

Neste estudo iremos analisar as alterações nos comportamentos de interesse visual entre indivíduos com e sem IC. Trata-se portanto, de um estudo descritivo e comparativo.

Os valores fornecidos pelo conjunto dos indivíduos serão posteriormente tratados e analisados estatisticamente. Sendo então, os resultados obtidos explicitados e interpretados.

### **DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO E SELEÇÃO DA AMOSTRA**

Tendo em conta que na IC o aparecimento de sintomas depende de uma utilização mais intensiva da visão de perto (Lyle et al., 1967) o que faz com que seja mais frequente em adultos jovens que frequentemente realizam períodos prolongados de leitura ou seja, em estudantes dos últimos anos do secundário e universitários (Von Noorden, 2002), podendo, por isso, ser uma séria limitação à aprendizagem (Mazow et al., 1989) e ter um efeito negativo no seu rendimento académico (Porcar & Martinez-Palomera, 1997).

Assim, a nossa amostra é uma amostra de conveniência, composta por estudantes universitários, de ambos os sexos e com idades entre os 18 e os 23 anos, distribuídos por dois grupos. O primeiro grupo é formado por indivíduos com IC e o segundo por indivíduos sem IC, sendo que, cada um dos grupos é composto por 26 participantes.

Tendo por base a revisão da literatura, podemos dizer que o critério que tem sido mais utilizado pelos diferentes autores ao longo dos tempos, para a classificação da IC é o PPC (J Cooper & Duckman, 1978;

Hugonnier & Hugonnier, 1981; Jiménez et al., 2003; Kratka & Kratka, 1956; Lara et al., 2001; Letourneau & Ducic, 1988; Letourneau et al., 1979; Norn, 1966; Pickwell & Stephens, 1975; Rouse et al., 1999, 1998; Santiago et al., 1999; M Scheiman & Wick, 2008; M Scheiman et al., 1996; Von Noorden, 2002). Além deste critério, a amplitude de fusão em convergência também passou a ser mais utilizado, em associação com PPC, para o diagnóstico da IC (J Cooper & Duckman, 1978; Hugonnier & Hugonnier, 1981; Jeanrot & Jeanrot, 1996; Jiménez et al., 2003; Kratka & Kratka, 1956; Lara et al., 2001; Porcar & Martinez-Palomera, 1997; Rouse et al., 1999, 1998; Santiago et al., 1999; M Scheiman & Wick, 2008; Von Noorden, 2002). Sendo que alguns autores referem que para diagnosticar uma IC basta que um dos dois parâmetros esteja alterado (Santiago et al., 1999). A existência de sintomas também é referido como importante para a definição da condição de IC (Daum, 1984).

Deste modo, os critérios utilizados para a seleção dos indivíduos que constituem o grupo com IC foram, o de apresentarem pelo menos uma das seguintes condições:

**Convergência para perto inferior a 20 dioptrias prismáticas ou uma convergência para perto de 20 dioptrias prismáticas com queixas astenópicas.** Uma vez que, como é referido por diversos autores (Hugonnier & Hugonnier, 1981; Jeanrot & Jeanrot, 1996; Lang, 1981; Lyle et al., 1967; Pratt-Johnson & Tillson, 2001; M Scheiman & Wick, 2008; Von Noorden, 2002) a IC caracteriza-se por uma limitação dos movimentos de convergência ou da amplitude de fusão em convergência. Qualquer deficiência na amplitude de convergência (menos de 20 dioptrias prismáticas para perto) constitui uma IC (Santiago et al., 1999). A inclusão do critério da existência ou não de astenopia para a convergência de 20 dioptrias prismáticas, deve-se a considerarmos que como é o valor de corte (*borderline*) só se apresentar queixas astenópicas, é que poderá ser considerado alterado. Valores baixos de convergência para perto são uma das mais comuns causas de desconforto ocular, de facto, é a causa mais comum de astenopia

muscular (Von Noorden, 2002). As queixas astenópicas estão presentes nas situações de IC (Hugonnier & Hugonnier, 1981; Jeanrot & Jeanrot, 1996; Lyle et al., 1967; Pratt-Johnson & Tillson, 2001; Simon & AAO, 2002; Von Noorden, 2002).

**Ponto próximo de convergência superior a 10cm ou um ponto próximo de convergência entre 8cm e 10cm com queixas astenópicas.** Um dos parâmetros mais referidos, por vários autores, para o diagnóstico da IC é existência de um ponto próximo de convergência afastado ou aumentado (Hugonnier & Hugonnier, 1981; Santiago et al., 1999; M Scheiman & Wick, 2008; Von Noorden, 2002). Assim, optámos pelo valor mais consensual (Lara et al., 2001; Letourneau & Ducic, 1988; Letourneau et al., 1979; Lyle et al., 1967; Mallet, 1993; Pickwell & Stephens, 1975; Pratt-Johnson & Tillson, 2001; M Scheiman et al., 1996; Simon & AAO, 2002). No entanto, em relação aos valores *borderline*, foi utilizado o critério queixas astenópicas, referido anteriormente.

Foi utilizado também como critério de inclusão para este grupo a presença da seguinte condição:

**Acuidade visual superior ou igual a 8/10 nos dois olhos,** uma vez que é necessária uma visão equilibrada em ambos os olhos para que a visão binocular se desenvolva corretamente. O desenvolvimento da visão binocular está dependente em primeiro lugar, de um valor de acuidade visual adequado em cada olho, o que obriga a uma razoável integridade da mácula, da fóvea e dos meios transparentes, assim como de um equilíbrio do valor da refração, de modo a que a diferença de tamanho entre as imagens elaboradas no córtex, correspondentes à informação transmitida por cada um dos olhos, não seja demasiado grande o que poderia comprometer a sua fusão (Lyle et al., 1967). Assim, optámos por um valor que nos permita controlar as possíveis influências desta variável.

Os critérios utilizados para a seleção dos indivíduos que constituem o grupo sem IC foram baseados nos critérios de uma visão binocular normal:

**Acuidade visual superior ou igual a 8/10 nos dois olhos**, uma vez que como foi referido anteriormente, alterações na visão podem comprometer o correto desenvolvimento da visão binocular (Lyle et al., 1967). Deste modo, optámos por manter o mesmo critério no que diz respeito à acuidade visual nos dois grupos, de modo a podermos controlar as possíveis influências dessa variável.

**Estereopsia para perto de 40"**, dado ser considerada a estereopsia, o terceiro grau da visão binocular, representando, deste modo, o grau mais fino da visão binocular (Lang, 1981). A visão binocular normal é caracterizada por uma excelente estereopsia, de 60 segundos ou menos com o teste de Titmus (Pratt-Johnson & Tillson, 2001).

**Divergência para perto entre 8 e 16 dioptrias prismáticas.** Embora não exista na literatura um valor exato considerado normal, os valores por nós escolhidos estão em consonância com vários autores (Besnard, 2006; Hugonnier & Hugonnier, 1981; Pratt-Johnson & Tillson, 2001; Simon & AAO, 2002).

**Convergência para perto entre 25 e 40 dioptrias prismáticas ou uma convergência para perto de 20 dioptrias prismáticas sem queixas astenópicas.** Estes valores estão mais ou menos em consonância com os referidos por vários autores (Besnard, 2006; Hugonnier & Hugonnier, 1981; Pratt-Johnson & Tillson, 2001; Simon & AAO, 2002). Mais uma vez, introduzimos o critério queixas astenópicas, para os valores *borderline*, devido ao facto de se não apresentar queixas astenópicas, poderá ser considerado normal uma vez que esse valor não desencadeia o aparecimento das referidas queixas.

**Ponto próximo de convergência inferior a 8cm ou um ponto próximo de convergência entre 8cm e 10cm sem queixas astenópicas.** Neste parâmetro, embora na literatura consultada os valores de normalidade possam variar entre 5cm (Hugonnier & Hugonnier, 1981; Santiago et al., 1999) e 10cm (Lyle et al., 1967; Mallet, 1993; Pratt-Johnson & Tillson, 2001; Simon & AAO, 2002) optámos por um valor mais consensual e nos casos limite (*borderline*) utilizámos um critério semelhante ao da convergência (anteriormente descrito) introduzindo o parâmetro queixas astenópicas.

De modo a podermos aplicar estes critérios de inclusão/exclusão criámos uma grelha de avaliação e caracterização (Anexo I) para registo das funções visuais por nós tidas como relevantes para este estudo. Os parâmetros que estiveram na base da constituição desta grelha foram: idade (anos), sexo (masculino ou feminino), tipo de correção refrativa que usa (não usa, óculos ou lentes contacto), acuidade visual para longe (escala decimal), movimentos oculares (normais ou alterados), ponto próximo de convergência (centímetros), convergência para perto (dioptria prismática), divergência para perto (dioptria prismática) e estereopsia (segundos de arco).

Para podermos identificar e caracterizar as queixas astenópicas, foi por nós elaborado um questionário (Anexo II) com 5 questões de escolha múltipla: 1) "apresenta, frequentemente, algum dos seguintes sintomas/queixas?", 2) "em que situações ocorrem com mais frequência?", 3) "o aparecimento das queixas é mais frequente em que condições de luminosidade?", 4) "em que período(s) do dia ocorrem com mais frequência?", 5) "ao fim de quanto tempo?".

## HIPÓTESES

Tendo em conta os objetivos propostos, as hipóteses por nós formuladas são as seguintes:

H<sub>1</sub> - Existem diferenças significativas na capacidade visual **Fixar**, relativamente ao Número de Fixações e Duração Média das Fixações, entre indivíduos com e sem IC.

H<sub>2</sub> - Existem diferenças significativas na capacidade visual **Mudança do olhar**, relativamente à Média das Distâncias Inter-Fixações (amplitudes das sacadas), entre indivíduos com e sem IC.

H<sub>3</sub> - Existem diferenças significativas na capacidade visual **Tracing**, relativamente ao Número de Inversões, entre indivíduos com e sem IC.

## DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

### Variáveis dependentes

As capacidades visuais pertencentes aos comportamentos visuais atencionais em estudo são:

- A capacidade visual **Fixar** (*direcionar o olhar de modo a que o objeto de interesse tenha a sua imagem na fóvea ou no lócus da retina*). Esta variável é estudada por dois parâmetros:
  - Número de Fixações: Quantidade de fixações dadas pelo software de análise de dados EYENAL. Variável quantitativa de tipo ordinal não sequencial;

- Duração Média das Fixações: Período médio de tempo das durações das fixações num determinado segmento. Variável quantitativa contínua medida em segundos.
- A capacidade visual **Mudança do olhar** (*alterar a fixação para um novo ponto*). Esta variável é estudada por um parâmetro:
  - Média das Distâncias Inter-Fixações: Distância média entre fixações consecutivas ou amplitude média das sacadas. Variável quantitativa contínua medida em graus.
- A capacidade visual **Tracing** (*Realizar uma série de movimentos sacádicos para guiar, progressivamente, a fixação ao longo de uma linha*). Esta variável é estudada por um parâmetro:
  - Número de Inversões: Número de vezes que o indivíduo realiza regressões na direção do olhar ou seja, inverte o sentido do segmento que está a realizar. Variável quantitativa de tipo ordinal não sequencial.

### Variável independente

Existência ou não de IC.

### INSTRUMENTO

O instrumento utilizado para este estudo foi o **Sistema de Eye Tracking modelo 504** fabricado pela empresa norte-americana Applied Science Laboratories (ASL).

Este dispositivo é montado numa mesa e utiliza o reflexo corneano de, uma fonte de infravermelhos, que é medido relativamente à localização do centro da pupila.

Os reflexos corneanos são conhecidos como reflexos de Purkinje, ou como imagens de Purkinje (Duchowski, 2002). Devido à constituição do olho, são formados quatro reflexos de Purkinje. Os sistemas de *eye tracking* baseados em vídeo normalmente localizam o primeiro reflexo de Purkinje.

São necessários dois pontos de referência no olho para separar os movimentos oculares dos movimentos da cabeça. A diferença posicional entre o centro do diâmetro pupilar e o reflexo corneano muda com uma simples rotação do olho, mas mantém-se relativamente estável com movimentos mínimos.

O reflexo de Purkinje, corresponde a um círculo branco pequeno mais ou menos centrado num círculo preto que corresponde à pupila. Considerando que a fonte de infravermelhos é colocada normalmente numa posição fixa em relação ao olho, a imagem de Purkinje é relativamente estável enquanto o globo ocular, e conseqüentemente a pupila, gira na sua órbita.

O *eye tracker* ASL – 504 é um complexo dispositivo que permite registar dois parâmetros do olho: o movimento deste sobre o campo visual (o que corresponde à linha de visão de um sujeito) e o tamanho da pupila. Este dispositivo permite-nos, de um modo objetivo (sem necessidade de verbalização), obter os parâmetros necessários que nos possibilitam identificar qual o ponto para onde o indivíduo está a olhar, com uma grande precisão. Estes registos baseiam-se no tamanho da pupila e no princípio da reflexão corneana.

Este aparelho é composto pelos seguintes componentes:

- a) Sistema Central de Controlo e Interface: Serve para ligar, registar e enviar o sinal de e para os diferentes periféricos. É composto por um interface a um computador, aplica o algoritmo matemático necessário para o cálculo da linha de visão do sujeito e do tamanho da pupila.

- b) Câmara de registo ocular de alta velocidade (50, 60, 120 y 240 Hz): Esta câmara está ligada através de cabo especial ao Sistema Central de Controlo, é focada ao olho do sujeito e emite um feixe de luz infravermelha. A luz infravermelha emitida pela câmara, na direção do olho vai ser refletida pela retina e pela córnea do sujeito e captada novamente por esta, indicando-nos desta maneira o tamanho da pupila (uma maior quantidade de luz refletida indica-nos um maior tamanho pupilar) e o reflexo corneano. Ambos os sinais são enviados ao Sistema Central de Controlo, descrito anteriormente, onde é calculada a linha de visão do sujeito e o diâmetro pupilar. O correto posicionamento da câmara é um fator muito importante para uma boa fiabilidade dos registos.
- c) Monitores: Os sinais captados pela câmara e recolhidos pelo Sistema Central de Controlo são enviados para dois monitores. Num visualiza-se o olho ampliado para uma melhor observação das variações do tamanho da pupila, do reflexo pupilar e corneano, assim como a sua movimentação (possibilitando a sua gravação em vídeo). No outro monitor podemos observar a cena para onde o indivíduo está a olhar, assim como a localização do ponto fixado nesse instante (através de uma linha horizontal e outra vertical). Além disso os monitores são uma ferramenta básica a que o investigador recorre no início do trabalho para proceder à calibração e ajuste do aparelho. Este processo é necessário uma vez que existem variações, nos diferentes parâmetros, entre os vários indivíduos.
- d) Software de recolha de dados EYEPOS: O Sistema Central de Controlo está ligado a um computador onde está instalado o programa EYEPOS. Neste *software*, e mediante

menus, encontram-se todas as opções necessárias para controlar o registo ocular, desde o processo de calibragem à aquisição dos dados propriamente ditos. O estímulo que se pretende que o indivíduo examine é enviado para um dos monitores através do Sistema Central de Controlo e por sua vez o EYEPOS adiciona nesse mesmo monitor (mediante um cursor que se desloca) a zona do estímulo que o indivíduo está a olhar. Além disso, processa o sinal enviado desde o Sistema Central de Controlo eliminando ruídos e artefactos, identifica a pupila e o reflexo corneano, calcula o tamanho físico da pupila, assim como a posição do olho (linha de visão do indivíduo) num sistema de coordenadas cartesianas X-Y correspondentes ao objeto apresentado para explorar. Estas coordenadas têm uma variação máxima de (1,1) até (261,241). O resultado de todo este processo, é um arquivo de registos mais ou menos extenso (dependendo do tempo de exposição); para que sirva de referência, uma exposição de 5 segundos com a câmara a 60 hz produz um arquivo de dados com 300 amostras onde em cada uma está registado a posição do olho (X-Y) e o tamanho da pupila.

e) Software de análise de dados EYENAL: Posteriormente à recolha de dados, e uma vez que dispomos do arquivo de registos em bruto, estes devem ser depurados e analisados. O programa EYENAL tem esta missão e permite entre outras coisas:

- Depurar dados, fundamentalmente eliminando do registo os pestanejos do indivíduo;
- Apresentar os dados em forma de tabelas e histogramas;

- Definir fixações, agrupando numa só coordenada X-Y (através da média) todas as coordenadas que caibam dentro de uma área que não forme mais do que 1º de ângulo visual à distância a que é realizado o teste (Anexo III);
- Elaborar um registo gráfico imprimível em que se observe o movimento do olho sobre a cena que é observada pelo indivíduo;
- Definir áreas de interesse numa cena e quantificar o número de fixações oculares ou tempo que o indivíduo dedicou a explorar cada uma das áreas definidas;
- Incorpora um conjunto bastante amplo de funções estatísticas (média, mediana, desvio padrão, probabilidades condicionadas e conjuntas, etc.) e opções de criação de arquivos para tratamento de dados em programas estatísticos muito mais completos como é o SPSS<sup>1</sup>.

O estímulo (cena) utilizado foi construído em PowerPoint e apresentado com uma resolução de 1024x768 *pixels* num monitor de computador LCD de 60Hz com 15 polegadas. Esse estímulo consiste num círculo branco de 5mm de diâmetro que no seu interior apresenta uma cruz preta com 3mm. O referido alvo foi exposto sobre um fundo preto e apresentado a uma distância de 50cm em duas direções, horizontal e vertical (Figura 1), e nos dois sentidos possíveis, da esquerda para a direita (E-D), da direita para a esquerda (D-E), na direção horizontal e de cima para baixo (C-B), de baixo para cima (B-C), na direção vertical.

---

<sup>1</sup> Statistical Package for the Social Sciences.

Figura 1: Localização do alvo nas 15 posições possíveis<sup>2</sup>

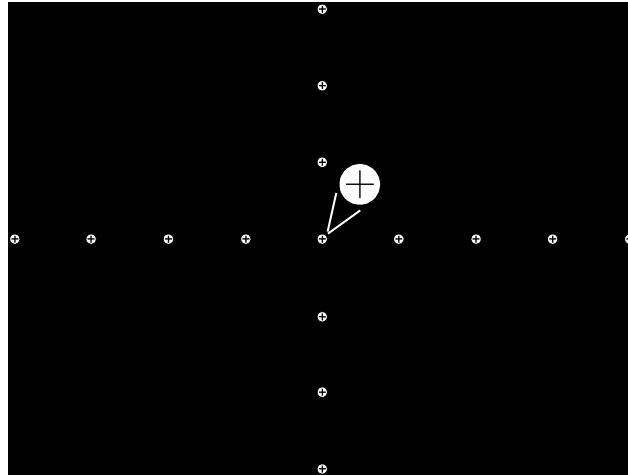
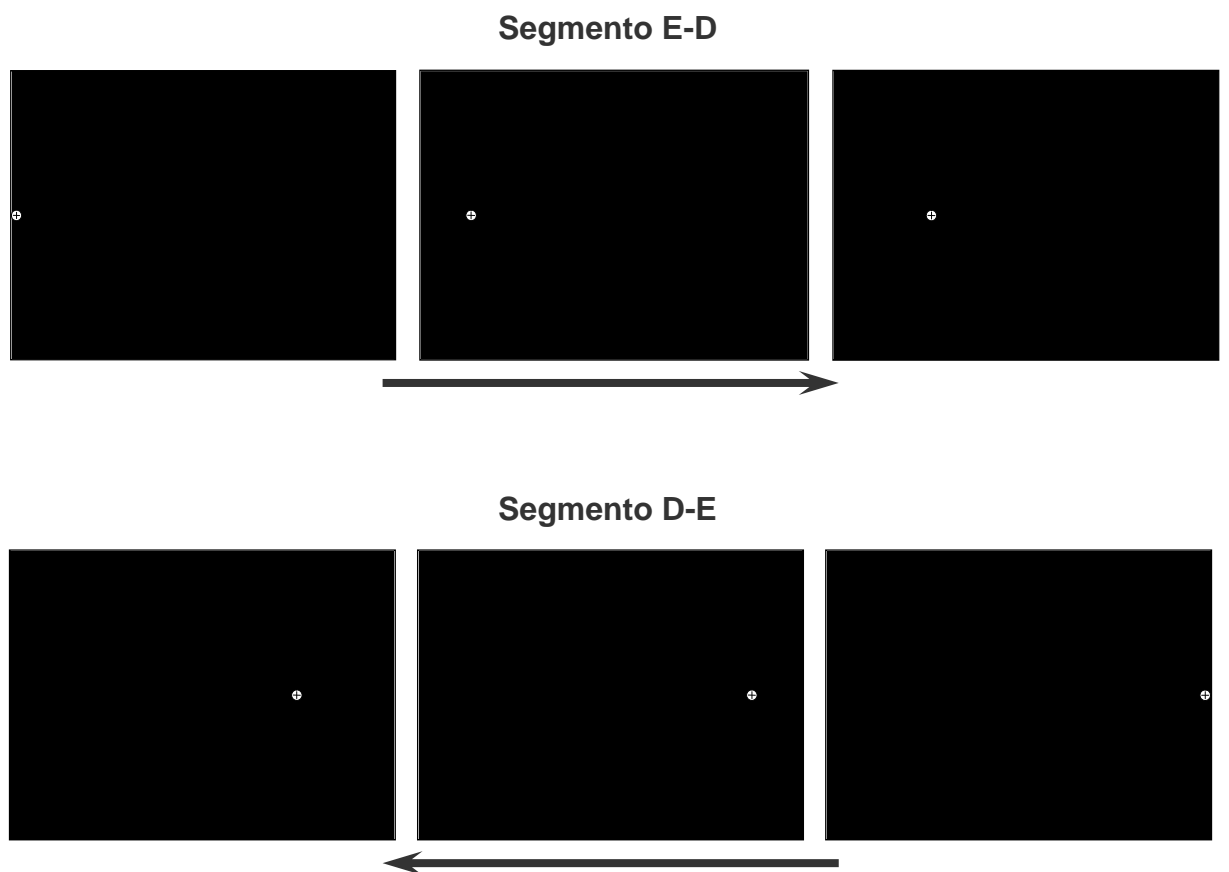


Figura 2: Os três primeiros pontos dos segmentos horizontais<sup>3</sup>

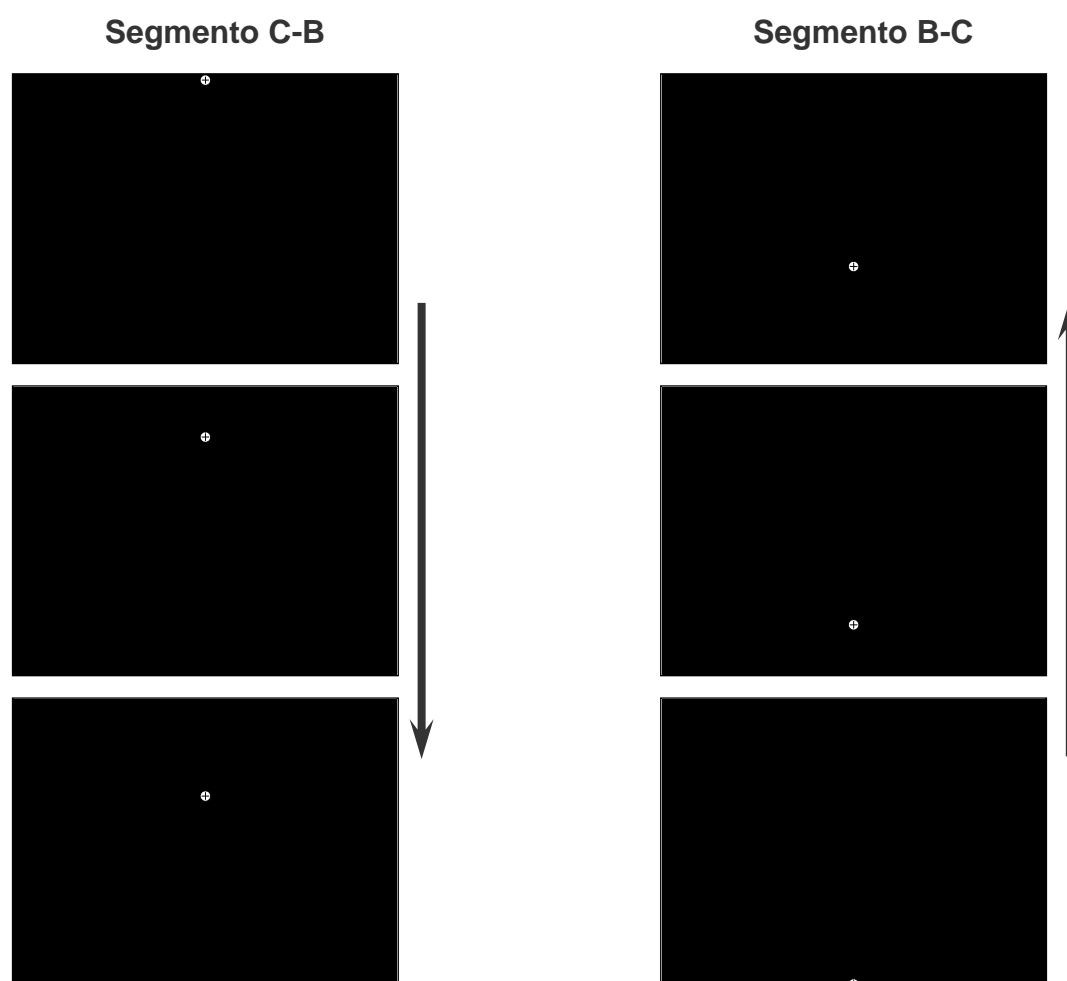


<sup>2</sup> Esta é a matriz do alvo utilizado, onde se pode observar, em simultâneo, as 15 posições possíveis. Todos os pontos estão à escala. O ponto central foi ampliado para uma melhor observação dos pormenores.

<sup>3</sup> Nas figuras 5 e 6, de modo a não se reduzir demasiado o tamanho das imagens, apenas exibimos os três primeiros pontos de cada um dos segmentos. Estes pontos foram ligeiramente ampliados, em relação ao original, de modo a facilitar a sua observação.

O alvo foi mostrado na horizontal (nos dois sentidos – Figura 2) em nove posições sequenciais e na vertical (nos dois sentidos – Figura 3) em sete posições sequenciais, com um intervalo de 1 segundo entre cada posição em ambas as situações.

Figura 3: Os três primeiros pontos dos segmentos verticais



As coordenadas, em unidades de *eye tracker*, das nove posições apresentadas sequencialmente na horizontal e começando pelo ponto mais à esquerda foram (Anexo III): ponto 1 (5,122), ponto 2 (35,122), ponto 3 (66,122), ponto 4 (97,122), ponto 5 (127,122), ponto 6 (157,122), ponto 7 (187,122), ponto 8 (218,122), ponto 9 (248,122). Em relação às sete posições apresentadas sequencialmente na vertical, começando pelo ponto mais em cima, as coordenadas, em unidades de *eye tracker*, foram:

ponto 1 (127,22), ponto 2 (127,55), ponto 3 (127,88), ponto 4 (127,122), ponto 5 (127,156), ponto 6 (127,189), ponto 7 (127,222).

Na conceção deste estímulo tivemos presente vários fatores. Na tentativa de evitar o mais possível as interferências dos mecanismos relacionados com a atenção visual, criámos um alvo de reduzidas dimensões, de alto contraste e com uma forma simples.

Como foi referido anteriormente a IC afeta principalmente o desempenho nas tarefas realizadas ao perto, sendo disso exemplo a leitura e escrita (Latvala et al., 1994). Deste modo, foi nossa decisão fazer a apresentação do alvo, na horizontal e na vertical, nos sentidos usuais para a leitura e escrita (da esquerda para a direita e de cima para baixo) e logicamente, por contra ponto, foram também utilizados os sentidos não usuais (da direita para a esquerda e de baixo para cima).

## **PROCEDIMENTO**

Todos os registos foram realizados no mesmo local, de modo a haver um controlo, o mais rigoroso possível, das condições ambientais, tais como iluminação e ruído.

Numa sala foi realizada a observação das funções visuais que estiveram na base dos critérios de inclusão/exclusão (anteriormente referido). Noutra sala foram realizados os registos no ASL-504 em ambiente mesópico, regulando-se o nível de iluminação através de um reóstato. Isto prende-se com o facto de prevenir o aparecimento de reflexos parasitas no local de observação do estímulo de fixação e também o de podermos obter diâmetros pupilares não demasiado pequenos, que poderiam ocorrer em situação de miose exagerada devido a uma intensidade luminosa ambiente, muito elevada.

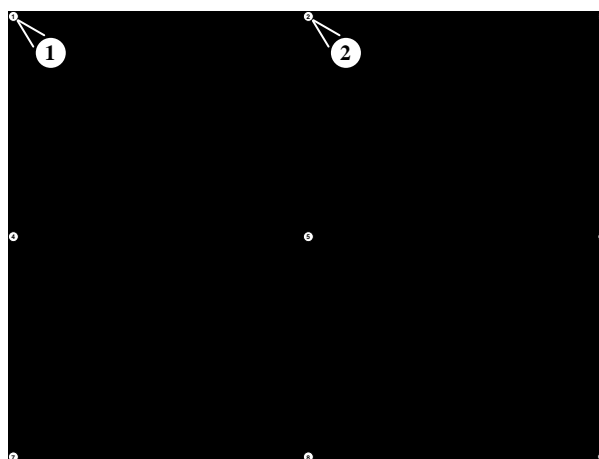
No início de cada sessão de registos o sistema era iniciado seguindo todos os procedimentos indicados no manual de instruções do ASL-504. Estas sessões foram executadas por um operador, sendo a totalidade dos registos realizada por dois operadores diferentes.

Para a realização de cada um dos registos, era solicitado ao indivíduo para entrar na sala, e seguidamente posicionado, numa cadeira, em frente ao monitor de computador, onde era apresentado o estímulo. De modo a permitir ao indivíduo colocar os pés no chão e manter a altura dos olhos no centro do ecrã, quer a cadeira quer a mesa onde estava colocado o monitor de computador, eram ajustáveis em altura, permitindo assim manter um posicionamento adequado da cabeça em relação à câmara do ASL-504.

Nos indivíduos que eram portadores de óculos, foi necessário proceder ao ajustamento da inclinação dos mesmos de modo a evitar a existência de reflexos parasitas que dificultem a focagem e a estabilidade do reflexo corneano, tendo como consequência uma menor fiabilidade do registo devido ao aparecimento de artefactos.

Após o correto posicionamento do indivíduo, era-lhe explicado o desenrolar do exame e qual a sequência de aparecimento do estímulo, assim como qual o procedimento para a realização do processo de calibragem. Deste modo, tentámos evitar que os mecanismos relacionados com a atenção visual pudessem interferir nos registos.

Figura 4: Os 9 pontos de calibração<sup>4</sup>



<sup>4</sup> Todos os 9 pontos de calibração estão representados à escala. Apenas ampliámos os pontos de calibração 1 e 2 para darmos uma ideia dos pormenores de cada ponto.

A importância da manutenção da posição da cabeça de modo a não haver variações da distância desta em relação ao monitor e conseqüentemente à câmara do ASL-504, foi também realçada.

O objetivo da calibração é, através da apresentação de uma seqüência de, habitualmente, 9 pontos visíveis (Figura 4), cujas coordenadas (Anexo III) estão identificadas, em diversos ângulos de visão e em posições extremas do campo de visão do ecrã, fazer com que o sistema mediante determinadas condições (variam de indivíduo para indivíduo) consiga determinar corretamente as coordenadas da direção do olhar. Todos os pontos devem estar numerados da esquerda para a direita, de 1 a 3 na linha de cima, 4 a 6 na linha média e de 7 a 9 na linha de baixo. Este processo é comum a quase todos os sistemas de *eye tracking* deste tipo, sendo essencial na aquisição de um conjunto de dados fiáveis para sua posterior análise (Duchowski, 2002, 2007).

Durante a calibração o indivíduo fixa sequencialmente cada um dos 9 pontos, quando solicitado, após o que é confirmado se o sistema identificava corretamente todos os pontos de calibração quando estes são fixados pelo indivíduo. No caso de haver algum desses pontos que não esteja a ser corretamente identificado, este ou estes são novamente sujeitos ao processo de calibração, até todos os 9 pontos serem detetados com precisão pelo sistema.

Seguidamente, é apresentado ao indivíduo um ecrã todo preto antes de se dar início às seqüências de aparecimento do estímulo. Após o operador confirmar mais uma vez a estabilidade dos parâmetros (reflexo/diâmetro pupilar e reflexo corneano) e o correto posicionamento do indivíduo, dá início à seqüência de registo, começando por iniciar a gravação do primeiro segmento e só depois e em simultâneo, iniciar o aparecimento do alvo (horizontal, da esquerda para a direita) e colocação no registo da marca de início com o número 1. Quando o estímulo desaparece após a última posição desta seqüência é colocada a marca de fim com o número 2. Só depois é que se termina a gravação do segmento. Este processo é novamente repetido para os restantes três segmentos. É de salientar que, durante o decorrer da fase de registo, o operador deverá estar posicionado de modo a não só poder observar e

controlar o sistema de aquisição dos dados, mas também o monitor de apresentação do alvo e o posicionamento do indivíduo.

Durante o processo de calibração e de execução do teste o indivíduo deve ser solicitado a pestanejar com relativa frequência, de modo a que se possa manter uma distribuição eficaz do filme lacrimal sobre a superfície da córnea, facilitando deste modo a obtenção de um reflexo corneano de qualidade.

Foram realizados, ao todo, 52 registos a indivíduos pertencentes aos dois grupos em estudo. O tempo de realização de cada registo variou entre os 12 e os 21 minutos, com uma média de 16 minutos.

### **LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Considera-se que embora a amostra tenha uma dimensão que permite estabelecer a comparação entre os indivíduos com e sem IC, não nos permitiu criar subgrupos consoante o estado dos diferentes parâmetros que caracterizam a IC, nomeadamente a convergência para perto e o PPC.

Na construção do questionário de caracterização das queixas astenópicas foram utilizados critérios que decorreram da revisão da literatura. No entanto, o facto de ser um questionário que não está formalmente validado limitou a sua utilização à aplicação dos critérios de seleção da amostra.

## RESULTADOS

Iremos de seguida, apresentar os resultados relativos à nossa amostra, começando por realizar uma análise descritiva, em primeiro lugar das características da amostra e em segundo lugar dos comportamentos visuais atencionais através das capacidades visuais Fixar, Mudança do olhar e *Tracing*, utilizando para o efeito as potencialidades da folha de cálculo Microsoft Excel, em simultâneo apresentaremos o estudo comparativo, relativamente às capacidades visuais, entre os indivíduos com e sem IC, aplicando os testes específicos para a amostra em estudo. O programa de estatística utilizado para o efeito foi o SPSS.

### CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

#### Amostra Total

A amostra é composta por 52 indivíduos dos dois sexos, dos quais, 7 são homens (13,5%) e 45 são mulheres (86,5%). A idade dos indivíduos está compreendida entre os 18 e os 23 anos, sendo a média das idades de 20,2 anos com um desvio padrão de 1,5 (Tabela 3).

Tabela 3: Amostra total

	Número	Percentagem	Idade		
			Média	Desvio Padrão	Amplitude
<b>Homens</b>	7	13,5%	20,4	1,8	18 - 23
<b>Mulheres</b>	45	86,5%	20,2	1,4	18 - 23
<b>Total</b>	52	100%	20,2	1,5	18 - 23

### Grupos em estudo

O grupo de indivíduos com IC (GclC) é composto por 26 elementos dos dois sexos, sendo que, 3 são homens (11,5%) e 23 são mulheres (88,5%). A idade dos indivíduos está compreendida entre os 18 e os 23 anos, sendo a média das idades de 20,0 anos com um desvio padrão de 1,5 (Tabela 4).

Tabela 4: Grupo com IC (GclC - idade)

	Número	Percentagem	Idade		
			Média	Desvio Padrão	Amplitude
<b>Homens</b>	3	11,5%	18,7	0,6	18 - 19
<b>Mulheres</b>	23	88,5%	20,2	1,5	18 - 23
<b>Total</b>	26	100%	20,0	1,5	18 - 23

O grupo de indivíduos sem IC (GsIC) é composto por 26 elementos dos dois sexos, sendo que, 4 são homens (15,4%) e 22 são mulheres (84,6%). A idade dos indivíduos está compreendida entre os 18 e os 23 anos, sendo a média das idades de 20,4 anos com um desvio padrão de 1,4 (Tabela 5).

Tabela 5: Grupo sem IC (GsIC - idade)

	Número	Percentagem	Idade		
			Média	Desvio Padrão	Amplitude
<b>Homens</b>	4	15,4%	21,8	1,0	18 - 23
<b>Mulheres</b>	22	84,6%	20,2	1,4	18 - 23
<b>Total</b>	26	100%	20,4	1,4	18 - 23

### Parâmetros de classificação da IC

O PPC foi um dos parâmetros utilizados para a seleção da amostra e por isso, importante para a sua caracterização. A nossa análise revelou que o GclC apresentou uma média de 9,6cm, sendo este valor de 6,2cm para o GslC. O valor máximo apurado foi de 20cm para o GclC e de 10cm para o GslC com um desvio padrão de 3,6 e 0,9 respetivamente (Tabela 6).

Tabela 6: PPC (GclC e GslC)

Grupos	Número	PPC		
		Média	Desvio Padrão	Amplitude
<b>GclC</b>	26	9,6	3,6	6 - 20
<b>GslC</b>	26	6,2	0,9	6 - 10

As médias encontradas para a convergência para perto foram de 16,8<sup>Δ</sup> para o GclC e 31,9<sup>Δ</sup> para o GslC. Observando a Tabela 7, podemos verificar que as amplitudes variaram entre 6<sup>Δ</sup> e 35<sup>Δ</sup> para o GclC e 20<sup>Δ</sup> e 40<sup>Δ</sup> para o GslC. O desvio padrão no GclC foi de 6,4 e de 7,7 para o GslC, apresentando os dois grupos valores mínimos de 6<sup>Δ</sup> e 20<sup>Δ</sup> respetivamente.

Tabela 7: Convergência para perto (GclC e GslC)

Grupos	Número	Convergência para perto		
		Média	Desvio Padrão	Amplitude
<b>GclC</b>	26	16,8	6,4	6 - 35
<b>GslC</b>	26	31,9	7,7	20 - 40

## ANÁLISE DESCRITIVA E ESTUDO COMPARATIVO – CAPACIDADES VISUAIS

Como já foi referido anteriormente, neste trabalho estudámos as capacidades visuais mais relacionadas com a leitura, Fixar (parâmetros número de fixações e duração média das fixações), Mudança do olhar (parâmetro média das distancias inter-fixações) e *Tracing* (número de inversões). Deste modo, iremos apresentar os resultados separadamente para cada uma das variáveis (componentes) nos quatro segmentos testados, da esquerda para a direita (E-D), da direita para a esquerda (D-E), de cima para baixo (C-B) e de baixo para cima (B-C).

Em relação ao estudo comparativo entre os dois grupos foram analisadas as diferenças entre os dois grupos em estudo (GcIC e GsIC), para cada um dos parâmetros (número de fixações, duração média das fixações, média das distancias inter-fixações e número de inversões) que compõem as variáveis (Fixar, Mudança do olhar e *Tracing*) e nos seus quatro segmentos (E-D, D-E, C-B e B-C). Para o conseguirmos, efetuámos testes para comparação dos valores médios, tendo esta análise por objetivo, dar resposta às hipóteses de trabalho colocadas anteriormente (ver pág. 25). Deste modo, uma vez que a dimensão de cada grupo é inferior a 30, foi necessário realizar o estudo da normalidade dos dados, nos parâmetros duração média das fixações e média das distâncias inter-fixações, usando para o efeito os testes de Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors e Shapiro-Wilk, (nível de significância  $p < 0,1$ ) de modo a podermos selecionar o teste mais adequado.

Sempre que se verificou uma distribuição normal dos dados, aplicou-se o teste paramétrico T-Student para comparar dois grupos. Quando essa normalidade não se verificou, utilizou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney para comparar dois grupos.

Relativamente aos parâmetros número de fixações e número de inversões, uma vez que são variáveis quantitativas do tipo ordinal não sequencial, optou-se por aplicar o teste não paramétrico Mann-Whitney para comparar dois grupos.

O nível de significância, para os testes T-Student e Mann-Whitney aplicados neste estudo foi de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

### Variável Fixar (número de fixações e duração média das fixações)

Na Tabela 8 podemos observar os valores obtidos (mínimo, máximo, média e desvio padrão) na variável Fixar parâmetro número de fixações em cada uma das situações de teste, para cada um dos grupos em estudo (GclC e GslC).

Tabela 8: Fixar (número de fixações) - GclC e GslC

Variável Fixar parâmetro número de fixações					
Segmento	Grupo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Padrão
E-D	GclC	10,00	19,00	13,04	2,05
	GslC	9,00	17,00	11,35	2,00
D-E	GclC	10,00	21,00	13,96	2,58
	GslC	9,00	14,00	11,54	1,68
C-B	GclC	8,00	17,00	11,38	1,96
	GslC	7,00	14,00	9,81	1,70
B-C	GclC	7,00	16,00	12,00	2,23
	GslC	7,00	15,00	10,73	2,24

Tabela 9: Teste de Mann-Whitney - Fixar (número de fixações)

Variável Fixar parâmetro número de fixações				
Segmento	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig.(2-tailed)
E-D	175,000	526,000	-3,023	<b>0,003</b>
D-E	147,500	498,500	-3,520	<b>0,000</b>
C-B	170,000	521,000	-3,124	<b>0,002</b>
B-C	227,500	578,500	-2,046	<b>0,041</b>

A média do parâmetro número de fixações foi sempre, em todos os segmentos, mais alta no GclC do que no GslC, apresentando diferenciais de 1,69 da E-D, 2,42 da D-E, 1,57 de C-B e 1,27 de B-C. O valor mais alto foi encontrado no GclC no segmento D-E com 21 fixações. Salientamos ainda que todos os valores mínimos registados no GslC foram de 9 fixações nos segmentos E-D e D-E e de 7 fixações nos segmentos C-B e B-C, valores estes iguais ao número de pontos utilizados no teste, nos segmentos horizontais e verticais respetivamente. Relativamente ao desvio padrão não se registaram diferenças apreciáveis entre os dois grupos em estudo, com exceção do segmento D-E, onde o diferencial entre os dois grupos atingiu os 0,9.

Em relação ao estudo comparativo, como podemos observar na Tabela 9, constata-se que existem diferenças significativas na média do número de fixações entre os dois grupos, uma vez que os valores de  $p$ , nos diferentes segmentos, são iguais a 0,003 (E-D), 0,000 (D-E), 0,002 (C-B) e 0,041 (B-C), portanto, todos esses valores são inferiores ao do nível de significância previamente estabelecido ( $p \leq 0,05$ ).

Na variável Fixar parâmetro duração média das fixações (Tabela 10) foi sempre menor, em média, no GclC do que no GslC em todos os segmentos estudados. O diferencial entre os dois grupos, apresentou o seu valor mais alto (0,13) no segmento D-E e o valor mais baixo (0,07) foi registado no segmento B-C. O valor mais alto, de 1,01 segundos, foi obtido no GslC da E-D e o valor mais baixo, de 0,35 segundos, foi obtido no GclC de C-B.

Os valores do desvio padrão não apresentaram variações consideráveis, quer entre os dois grupos em estudo, quer mesmo entre os diferentes segmentos.

Tabela 10: Fixar (duração média das fixações) – GclC e GslC

Variável Fixar parâmetro duração média das fixações					
Segmento	Grupo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Padrão
E-D	GclC	0,41	0,88	0,64	0,11
	GslC	0,49	1,01	0,73	0,12
D-E	GclC	0,38	0,80	0,57	0,11
	GslC	0,47	0,87	0,70	0,11
C-B	GclC	0,35	0,84	0,58	0,11
	GslC	0,45	0,88	0,68	0,12
B-C	GclC	0,40	0,94	0,55	0,12
	GslC	0,36	0,92	0,62	0,15

Tabela 11: Teste de T-Student - Fixar (duração média das fixações)

Variável Fixar parâmetro duração média das fixações			
Segmento	t-test for Equality of Means		
	Mean Difference	Std. Error Difference	Sig. (2-tailed)
E-D	0,090653	0,032886	<b>0,008</b>
D-E	0,128542	0,030354	<b>0,000</b>
C-B	0,095622	0,032289	<b>0,005</b>

Tabela 12: Teste de Mann-Whitney - Fixar (duração média das fixações)

Variável Fixar parâmetro duração média das fixações				
Segmento	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig.(2-tailed)
B-C	231,000	582,000	-1,958	<b>0,050</b>

Como podemos observar no estudo comparativo, em relação à duração média das fixações, os valores obtidos através do teste T-Student foram para o segmento E-D  $p=0,008$ , para o segmento D-E

$p=0,000$  e para o segmento C-B  $p=0,005$  (Tabela 11). No segmento B-C, como podemos observar na Tabela 12, o valor foi de  $p=0,050$  obtido através do teste Mann-Whitney. Todos estes valores são inferiores ao do nível de significância previamente estabelecido ( $p \leq 0,05$ ).

Assim, podemos dizer que na nossa amostra relativamente à variável Fixar, existem diferenças significativas entre o GclC e o GslC. Uma vez que nos dois parâmetros que a compõem (duração média das fixações e duração média das fixações) encontrou-se diferenças significativas em todos os segmentos estudados.

### **Variável Mudança do olhar (média das distâncias inter-fixações)**

Relativamente à variável Mudança do olhar parâmetro média das distâncias inter-fixações (Tabela 13) os valores revelaram que a média foi sempre mais baixa no GclC do que no GslC em todos os segmentos estudados. O diferencial entre os dois grupos, apresentou o seu valor mais alto (0,43) no segmento C-B e o valor mais baixo (0,10) foi registado no segmento D-E. O GslC registou o valor mais alto (4,78 graus) no segmento B-C e o valor mais baixo (1,82 graus) foi obtido no GclC no segmento D-E. Mais uma vez, os valores do desvio padrão não apresentaram variações consideráveis, com exceção do segmento B-C em que os dois grupos apresentam valores mais elevados (cerca de 0,2) relativamente aos outros segmentos.

O teste Mann-Whitney realizado aos segmentos E-D, D-E e B-C, apresentado na Tabela 14, revela um valor de  $p=0,008$ , para o segmento E-D, que é inferior a  $p \leq 0,05$ . Os valores de  $p$  para os restantes segmentos são 0,305 (D-E) e 0,073 (B-C), ambos os valores estão acima do nível de significância pré estabelecido ( $p \leq 0,05$ ).

O valor obtido através do teste T-Student (Tabela 15), para o segmento C-B, foi de  $p=0,003$ , valor que é inferior ao nível de significância estabelecido anteriormente ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 13: Mudança do olhar (média das distâncias inter-fixações) - GcIC e GsIC.

<b>Variável Mudança do olhar parâmetro média das distâncias inter-fixações</b>					
<b>Segmento</b>	<b>Grupo</b>	<b>Valor Mínimo</b>	<b>Valor Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
E-D	GcIC	1,85	4,21	2,74	0,50
	GsIC	2,30	3,86	3,10	0,45
D-E	GcIC	1,82	4,33	2,94	0,69
	GsIC	2,18	4,28	3,04	0,51
C-B	GcIC	1,94	3,75	2,90	0,47
	GsIC	2,24	4,51	3,33	0,55
B-C	GcIC	2,01	4,51	2,77	0,71
	GsIC	2,06	4,78	3,08	0,74

Tabela 14: Teste de Mann-Whitney - Mudança do olhar (média das distâncias inter-fixações)

<b>Variável Mudança do olhar parâmetro média das distâncias inter-fixações</b>				
<b>Segmento</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig.(2-tailed)</b>
E-D	192,000	543,000	-2,672	<b>0,008</b>
D-E	282,000	633,000	-1,025	<b>0,305</b>
B-C	240,000	591,000	-1,794	<b>0,073</b>

Tabela 15: Teste de T-Student - Mudança do olhar (média das distâncias inter-fixações)

<b>Variável Mudança do olhar parâmetro média das distâncias inter-fixações</b>			
<b>Segmento</b>	<b>t-test for Equality of Means</b>		
	<b>Mean Difference</b>	<b>Std. Error Difference</b>	<b>Sig. (2-tailed)</b>
C-B	0,439473	0,141300	<b>0,003</b>

Assim, concluímos que, na nossa amostra, existem diferenças significativas entre as médias dos dois grupos, para a variável Mudança do olhar (média das distâncias inter-fixações), apenas nos segmentos mais usuais na leitura (E-D e C-B) e que relativamente aos segmentos

menos usuais na leitura (D-E e B-C), essas diferenças não são significativas.

### Variável *Tracing* (número de inversões)

Em relação à variável *Tracing* parâmetro ao número de inversões (Tabela 16) verificou-se que a média foi sempre mais elevada no GclC do que no GslC, em todos os segmentos estudados. O diferencial mais

Tabela 16: *Tracing* (número de inversões) - GclC e GslC

Variável <i>Tracing</i> parâmetro número de inversões					
Segmento	Grupo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Padrão
E-D	GclC	0,00	2,00	0,54	0,76
	GslC	0,00	2,00	0,35	0,63
D-E	GclC	0,00	4,00	1,15	1,35
	GslC	0,00	2,00	0,38	0,57
C-B	GclC	0,00	5,00	1,23	1,45
	GslC	0,00	3,00	0,77	0,76
B-C	GclC	0,00	4,00	0,69	1,23
	GslC	0,00	2,00	0,54	0,65

Tabela 17: Teste de Mann-Whitney - *Tracing* (número de inversões)

Variável <i>Tracing</i> parâmetro número de inversões				
Segmento	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig.(2-tailed)
E-D	295,000	646,000	-0,951	<b>0,341</b>
D-E	237,000	588,000	-2,054	<b>0,040</b>
C-B	298,500	649,500	-0,769	<b>0,442</b>
B-C	317,000	668,000	-0,440	<b>0,660</b>

elevado foi registado no segmento D-E com um valor de 0,77 e o diferencial mais baixo foi obtido no segmento B-C com um valor de 0,15. O número máximo de inversões foi observado no segmento C-B com 5 inversões, pertencendo este valor ao GclC. Os valores do desvio padrão, ao contrário das variáveis anteriores, apresentaram algumas variações, sendo no entanto mais elevados no GclC em todos os segmentos.

Os resultados da aplicação do teste Mann-Whitney (Tabela 17) mostram-nos que para os segmentos E-D, C-B e B-C os valores de  $p$  são muito superiores ao do nível de significância previamente estabelecido ( $p \leq 0,05$ ). No entanto, para o segmento D-E, com um valor de  $p=0,040$ , essa diferença é significativa.

Para a variável *Tracing* (número de inversões) na maioria dos segmentos estudados não existem diferenças significativas entre GclC e o GslC, com exceção do segmento D-E que apresentou uma diferença estatisticamente significativa.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados do estudo estatístico, verificámos que das três hipóteses por nós colocadas (ver pág. 25) uma confirmou-se ( $H_1$ ) e as outras duas ( $H_2$  e  $H_3$ ) apenas obtivemos uma confirmação parcial o que para todos os efeitos nos leva a concluir pela sua infirmação.

Assim, na nossa amostra, relativamente à variável Fixar, nos dois parâmetros estudados número de fixações e duração média das fixações, existem diferenças significativas entre os indivíduos com IC e indivíduos sem IC em todos os segmentos estudados (E-D, D-E, C-B e B-C).

Em relação à variável Mudança do olhar, o parâmetro estudado média das distâncias inter-fixações (amplitudes das sacadas) apresentou diferenças significativas entre os indivíduos com IC e indivíduos sem IC, nos segmentos E-D e C-B, que são os segmentos mais usuais, uma vez que a leitura, na nossa cultura, processa-se da esquerda para a direita e de cima para baixo. Nos segmentos menos usuais, D-E e B-C, apesar dos valores calculados apontarem no mesmo sentido que os outros segmentos, ou seja, serem mais baixos nos indivíduos com IC do que nos indivíduos sem IC, essa diferença não se revelou estatisticamente significativa.

Na variável *Tracing*, o parâmetro estudado número de inversões verificámos que os valores foram sempre superiores nos indivíduos com IC relativamente aos indivíduos sem IC. No entanto, apenas foram registadas diferenças significativas no segmento D-E.

Da pesquisa realizada aquando da revisão da literatura não nos deparámos com estudos que se debruçassem sobre a problemática da IC relativamente à visão funcional ou aos comportamentos visuais atencionais. Deste modo, iremos particularizar alguns aspetos do nosso estudo que nos pareceram relevantes.

Os valores por nós obtidos, especialmente na variável Fixar, parecem-nos apontar para uma menor estabilidade da fixação e por consequência para um movimento sacádico mais instável nos indivíduos com IC, comparativamente aos indivíduos sem IC, o que vem de encontro ao que Pigassou-Albouy, (1995) defende quando refere que a fixação e os movimentos sacádicos são mais estáveis na presença de uma visão binocular normal.

Um estudo em que os autores, através de um dispositivo que utiliza LEDs<sup>5</sup> como alvos colocados a distâncias diferentes do observador, de modo a estudar a fixação em convergência entre dois grupos, um formado por indivíduos com visão binocular normal e outro por indivíduos com IC. Os resultados sugerem que a dinâmica dos movimentos oculares dos indivíduos que apresentam disfunção binocular é mais lenta, comparada com os indivíduos com visão binocular normal (Daftari, Alvarez, Chua, DeMarco, & Ciuffreda, 2003). Essa dinâmica mais lenta poderá apontar para uma menor precisão e estabilidade nas sacadas dos indivíduos com IC, o que vem de encontro aos nossos resultados relativamente à Mudança do olhar através da média das distâncias inter-fixações, onde os indivíduos com IC apresentaram valores mais baixos em todos os segmentos estudados, o que também parece apontar para uma precisão e estabilidade da Mudança do Olhar (sacada) menor. É de salientar que a diferença entre os dois grupos só foi estatisticamente significativa nos segmentos mais usuais (E-D e C-B), tendo em conta o processo de leitura, o que poderá ser espectável tendo em conta que são as direções mais treinadas e por conseguinte potencialmente geradoras de uma maior discriminação.

Relativamente ao *Tracing*, os resultados obtidos além de apresentarem um maior número de inversões nos indivíduos com IC também apresentam valores de desvio padrão mais elevados nos mesmo indivíduos, o que apesar de não termos obtido diferenças significativas na maioria dos segmentos estudados, revela em nosso entender uma maior instabilidade a nível do *Tracing* nos indivíduos com IC.

---

<sup>5</sup> Light Emitting Diodes.

Estes resultados parecem apontar para que os indivíduos com IC, no nosso estudo, possam ter um esforço acrescido no desempenho da tarefa de leitura, uma vez que, como foi referido anteriormente, o processo de leitura se baseia na fixação e movimentos sacádicos (Just & Carpenter, 1980; Rayner, 1998; Schotter & Rayner, 2012). Esta situação poderá também em parte explicar a sintomatologia da IC que está relacionada com a leitura.

Assim, podemos dizer de uma forma genérica que no nosso estudo a análise das variáveis estudadas mostra que a IC provoca uma perda de qualidade relativamente aos comportamentos visuais atencionais e, conseqüentemente, à visão funcional.

Os critérios utilizados para a formação dos dois grupos em estudo (pág. 20) fazem com que as diferenças encontradas entre eles sejam, em nosso entender, um alerta para as pequenas anomalias que muitas vezes, tendo em conta a grande variabilidade de critérios utilizados para o diagnóstico da IC encontrada na literatura, podem ser consideradas dentro dos parâmetros normais. Quer isto dizer, que apesar de normalmente ser utilizado como critério de diagnóstico da IC a alteração de um dos valores, convergência para perto ou PPC (Santiago et al., 1999) ou dos dois em simultâneo (Hugonnier & Hugonnier, 1981; Von Noorden, 2002), no nosso estudo, incluímos também a existência ou não de queixas astenópicas.

Deste modo, entendemos que os resultados obtidos apontam para que, valores limite de convergência para perto e de PPC devem ser considerados como suspeitos e ser objeto de uma avaliação mais aprofundada, evitando-se assim cair no erro de os desvalorizar, como é referido por Von Noorden (2002).

A visão binocular normal garante uma resposta fisiológica adequada dos comportamentos visuais atencionais, o que vem contribuir para o aumento da sua eficácia. Assim sendo, o restabelecimento da visão binocular normal, nos indivíduos com IC, é fundamental para a existência de um conforto visual adequado de modo a permitir um normal

desempenho nas diferentes atividades. Deste modo, a correção da IC deverá requerer uma especial atenção, devido às repercussões que isso terá, na qualidade de vida dos indivíduos.

Gostaríamos também de realçar o contributo importante que os sistemas de *eye tracking* poderão dar em estudos futuros que incidam na problemática da IC e nas alterações da visão binocular.

### **SUGESTÕES DE ESTUDOS FUTUROS**

Consideramos importante e de modo a se aprofundar o estudo da relação da IC com a visão funcional, efetuar trabalhos que para além das capacidades visuais estudadas analisem também as restantes capacidades pertencentes aos comportamentos visuais atencionais (varrimento, localização e *tracking*). Parece-nos também importante, no futuro, elaborar estudos que nos permitam:

- Isolar cada uma das alterações e queixas características da IC, de modo a determinar o peso relativo, de cada uma delas.
- Determinar o efeito da idade na IC.
- Observar os comportamentos visuais atencionais em diferentes situações, nomeadamente em tarefas com variação de distância (longe/perto).

**BIBLIOGRAFIA**

- Abrams, D., & Duke-Elder, S. (1993). *Duke-Elder's practice of refraction*. Churchill Livingstone.
- Adler, P. (2002). Efficacy of treatment for convergence insufficiency using vision therapy. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 22(6), 565–71.
- AOA. (2010). *Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction*. St. Louis: American Optometric Association.
- Besnard, M. J. (2006). *Orthoptie Pratique*. (A & J Péchereau, Ed.). Nantes: ÉCOLE D'ORTHOPTIE DE NANTES. Retrieved from <http://www.strabisme.net/strabologie/Telechargement/files/OrthPratique.pdf>
- Birnbaum, M. H. (1993). *Optometric Management of Nearpoint Vision Disorders*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Borsting, E. J., Rouse, M. W., Mitchell, G. L., Scheiman, M., Cotter, S. A., Cooper, J., ... London, R. (2003). Validity and reliability of the revised convergence insufficiency symptom survey in children aged 9 to 18 years. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 80(12), 832–8.
- Ciuffreda, K. J. (2002). The scientific basis for and efficacy of optometric vision therapy in nonstrabismic accommodative and vergence disorders. *Optometry (St. Louis, Mo.)*, 73(12), 735–62.
- Colenbrander, A. (2010). Assessment of functional vision and its rehabilitation. *Acta Ophthalmologica*, 88(2), 163–73. doi:10.1111/j.1755-3768.2009.01670.x
- Cooper, J. (1998). Summary of Research on the Efficacy of Vision Therapy for Specific Visual Dysfunctions. Optometrists network. Retrieved from [http://www.add-adhd.org/pdfs/03\\_sum\\_vt\\_research\\_Cooper.pdf](http://www.add-adhd.org/pdfs/03_sum_vt_research_Cooper.pdf)
- Cooper, J., & Duckman, R. (1978). Convergence insufficiency: incidence, diagnosis, and treatment. *Journal of the American Optometric Association*, 49(6), 673–80.
- Daftari, A., Alvarez, T. L., Chua, F., DeMarco, R., & Ciuffreda, K. (2003). The dynamics of convergence insufficiency. In *2003 IEEE 29th Annual Proceedings of Bioengineering Conference* (pp. 41–42). IEEE. doi:10.1109/NEBC.2003.1215982

- Daum, K. M. (1984). Convergence insufficiency. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 61(1), 16–22.
- Duchowski, A. T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers: A Journal of the Psychonomic Society, Inc.*, 34(4), 455–70.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. Springer.
- FAAO, & Dwyer, P. Ba. Los. (1992). The prevalence of vergence accommodation disorders in a school-age population. *Clinical and Experimental Optometry*, 75(1), 10–18.
- Hirsch, M. (1943). A study of Forty-Eight Cases of Convergence Insufficiency at the Near Point. *American Journal of Optometry and Archives of the American Academy of Optometry*, 20, 52–8.
- Hugonnier, R., & Hugonnier, S. (1981). *Strabismes: Hétérophories, paralysies oculo-motrices, les déséquilibres oculo-moteurs en clinique*. Paris: Masson.
- Jeanrot, N., & Jeanrot, F. (1996). *Manual de estrabología práctica: aspectos clínicos y terapéuticos*. Edic. Científicas y Técnicas.
- Jiménez, R., Lázaro, M. M., García, J. A., & Pérez, M. A. (2003). Análisis de la prevalencia de insuficiencia de convergencia en escolares según diferentes criterios de diagnóstico. In *7ª Reunión Nacional de Óptica*. Santander: Sociedad Española de Óptica y el Departamento Física Aplicada de la Universidad de Cantabria. Retrieved from <http://www.optica.unican.es/rno7/Contribuciones/articulospdf/Jimenez.pdf>
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: from eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329–54.
- Kent, P. R., & Steeve, J. H. (1953). Convergence insufficiency, incidence among military personnel and relief by orthoptic methods. *Military Surgeon*, 112(3), 202–5.
- Kratka, W. H., & Kratka, Z. (1956). Convergence insufficiency; its frequency and importance. *The American Orthoptic Journal*, 6, 72–3.
- Lang, J. (1981). *Strabisme: diagnostic, formes cliniques, traitement*. Paris: H. Huber.
- Lara, F., Cacho, P., García, A., & Megías, R. (2001). General binocular disorders: prevalence in a clinic population. *Ophthalmic &*

- Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 21(1), 70–4.
- Latvala, M. L., Korhonen, T. T., Penttinen, M., & Laippala, P. (1994). Ophthalmic findings in dyslexic schoolchildren. *The British Journal of Ophthalmology*, 78(5), 339–43.
- Letourneau, J. E., & Ducic, S. (1988). Prevalence of Convergence Insufficiency Among Elementary School Children. *Can J Optom.*, 50, 194–7.
- Letourneau, J. E., Lapierre, N., & Lamont, A. (1979). The relationship between convergence insufficiency and school achievement. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 56(1), 18–22.
- Lueck, A. H. (2004). *Functional Vision: A Practitioner's Guide to Evaluation and Intervention*. New York: AFB Press.
- Lyle, T. K., Jackson, S., & Wybar, K. C. (1967). *Lyle and Jackson's Practical orthoptics in the treatment of squint: (and other anomalies of binocular vision)*. London: Lewis.
- Mallet, R. (1993). Técnicas de Investigación de las Anomalías de Vision Binocular. In K. Edwards & R. Llewellyn (Eds.), *Optometria* (pp. 35–49). Barcelona: Masson-Salvat.
- Marran, L. F., De Land, P. N., & Nguyen, A. L. (2006). Accommodative insufficiency is the primary source of symptoms in children diagnosed with convergence insufficiency. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 83(5), 281–9. doi:10.1097/01.opx.0000216097.78951.7b
- Mazow, M. L., France, T. D., Finkleman, S., Frank, J., & Jenkins, P. (1989). Acute accommodative and convergence insufficiency. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 87(72), 158–68; discussion 168–73.
- Molina M, N. P., & Mora, C. F. (2010). Insuficiencia de convergencia. *Ciencia & Tecnología Para La Salud Visual Y Ocular*, 8(2), 91–102.
- Norn, M. S. (1966). Convergence Insufficiency. Incidence in Ophthalmic Practice. Results of Orthoptic Treatment, 4, 132–138.
- Patwardhan, S. D., Sharma, P., Saxena, R., & Khanduja, S. K. (2008). Preferred clinical practice in convergence insufficiency in India: a survey. *Indian Journal of Ophthalmology*, 56(4), 303–6.
- Pickwell, L. D., & Stephens, L. C. (1975). Inadequate convergence. *The British Journal of Physiological Optics*, 30(1), 34–7.

- Pigassou-Albouy, R. (1995). *Amblyopie*. Pradel Editions.
- Porcar, E., & Martinez-Palomera, A. (1997). Prevalence of general binocular dysfunctions in a population of university students. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 74(2), 111–3.
- Pratt-Johnson, J. A., & Tillson, G. (2001). *Management of Strabismus and Amblyopia: A Practical Guide*. Thieme.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422.
- Rosenbaum, A. L., & Santiago, A. P. (1999). *Clinical Strabismus Management: Principles and Surgical Techniques*. Saunders. Retrieved from <http://books.google.pt/books?id=6jqOihYJvCoC>
- Rouse, M. W., Borsting, E., Hyman, L., Hussein, M., Cotter, S. A., Flynn, M., ... De Land, P. N. (1999). Frequency of convergence insufficiency among fifth and sixth graders. The Convergence Insufficiency and Reading Study (CIRS) group. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 76(9), 643–9.
- Rouse, M. W., Hyman, L., Hussein, M., & Solan, H. (1998). Frequency of convergence insufficiency in optometry clinic settings. Convergence Insufficiency and Reading Study (CIRS) Group. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 75(2), 88–96.
- Santiago, A. P., Ing, M. R., Kushner, B. J., & Rosenbaum, A. L. (1999). Intermittent Exotropia. In A. L. Rosenbaum & A. P. Santiago (Eds.), *Clinical Strabismus Management: Principles and Surgical Techniques* (pp. 163–175). Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- Scheiman, M., Cooper, J., Mitchell, G. L., De, L. P., Cotter, S., Borsting, E., ... Rouse, M. (2002). A survey of treatment modalities for convergence insufficiency. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 79(3), 151–7.
- Scheiman, M., Gallaway, M., Coulter, R., Reinstein, F., Ciner, E., Herzberg, C., & Parisi, M. (1996). Prevalence of vision and ocular disease conditions in a clinical pediatric population. *Journal of the American Optometric Association*, 67(4), 193–202.
- Scheiman, M., Mitchell, G. L., Cotter, S., Cooper, J., Kulp, M., Rouse, M., ... Wensveen, J. (2005). A randomized clinical trial of treatments for convergence insufficiency in children. *Archives of Ophthalmology*, 123(1), 14–24. doi:10.1001/archophth.123.1.14

- Scheiman, M., & Wick, B. (2008). *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Schotter, E. R., & Rayner, K. (2012). Eye movements in reading: Implications for reading subtitles. In E. Perego (Ed.), *Eye Tracking in Audiovisual Translation* (pp. 83–104). Aracne.
- Simon, J. W., & AAO. (2002). *Pediatric Ophthalmology and Strabismus: 2002-2003*. American Academy of Ophthalmology.
- Valldecabres, M. G. (2008). Insuficiencia de convergencia y déficit de atención A propósito de un caso. *Gaceta Optica*, 430 octubre, 18–22.
- Von Noorden, G. K. (2002). *Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and Management of Strabismus*. (E. C. Campos, Ed.). Mosby.
- Weissberg, E. M. (2004). *Essentials of Clinical Binocular Vision*. (E. by Erik M. B. T.-E. of C. B. V. Weissberg, Ed.). Saint Louis: Butterworth-Heinemann.
- White, J. W., & Brown, H. W. (1939). Occurrence of Vertical Anomalies Associated with Convergent and Divergent Anomalies. *Archives of Ophthalmology*, 21(6), 999.

# ANEXOS

# ANEXO I

---

---

## Grelha de avaliação e caracterização da amostra

---

---

## GRELHA DE AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

### Leitura da grelha

A grelha está organizada em treze colunas e os dados nela contidos, após a seleção e formação dos dois grupos em estudo, foram utilizados para a caracterização da amostra.

Os dados contidos em cada uma das colunas são os seguintes:

1. **Nome** – apenas foi utilizado na fase de correspondência dos dados da caracterização da amostra com os valores obtidos no *eye tracker*.
2. **Tipo Grupo** – identifica a que grupo pertence o indivíduo. **GcIC** para o grupo com e **GsIC** para o grupo sem insuficiência de convergência.
3. **Idade** – o valor da idade em anos.
4. **Sexo** – **F** corresponde a feminino e **M** a masculino.
5. **AV OD** – acuidade visual do olho direito na escala decimal.
6. **AV OE** – acuidade visual do olho esquerdo na escala decimal.
7. **Refrac.** – refração habitual do indivíduo e com a qual foram realizados os testes. **NT** (não tem), **LC** (lentes de contacto) e **Óculos**.
8. **MO** – movimentos oculares, **N** para normais e **A** para alterados.
9. **PPC** – ponto próximo de convergência, medido em centímetros.
10. **C'** – convergência para perto, medido em dioptrias prismáticas.
11. **D'** – divergência para perto, medido em dioptrias prismáticas.
12. **Ester.** – estereopsia para perto, medida em segundos de arco.
13. **Asten.** – queixas astenópicas, **N** (não) e **S** (sim).

### Grelha de avaliação e caracterização da amostra

Nome	Tipo Grupo	Idade	Sexo	AV OD	AV OE	Refrac.	MO	PPC	C'	D'	Ester.	Asten.

## **ANEXO II**

---

---

### **Questionário de caracterização das queixas astenópicas**

---

---

**QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DAS QUEIXAS ASTENÓPICAS**

O questionário apresenta cinco questões de escolha múltipla. A primeira identifica a presença de queixas astenópicas e as quatro restantes, para além de caracterizarem essas queixas, também as validam do ponto de vista de estarem, ou não, relacionadas com o esforço visual.

Quer isto dizer, que independentemente de um indivíduo apresentar alterações na questão número um, estas podem não ser em consequência de um esforço visual excessivo. Assim, a caracterização das queixas astenópicas permite mais facilmente identificar a sua causa.

## QUESTIONÁRIO

Nome: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_

Apresenta, frequentemente, algum dos seguintes sintomas/queixas?

1. Cefaleias
2. Ardor/prurido
3. Náuseas/tonturas
4. “Olho vermelho”
5. Lacrimejo
6. Outras  quais? \_\_\_\_\_
7. Não apresento nenhum sintoma ou queixa   
(se respondeu opção 7, termina aqui o preenchimento)

Em que situações ocorrem com mais frequência?

1. TV
2. Leitura
3. Computador
4. Outras  quais? \_\_\_\_\_

O aparecimento das queixas é mais frequente em que condições de luminosidade?

1. Luz natural
2. Luz artificial

Em que período(s) do dia ocorrem com mais frequência? Coloque o nº que esteja mais correto (1-muitas queixas; 2-poucas queixas; 3- sem queixas).

1. Manhã
2. Tarde
3. Noite

Ao fim de quanto tempo?

1. ≤ a 15 minutos
2. 15 a 30 minutos
3. 30 a 60 minutos
4. > a 60 minutos

## **ANEXO III**

---

---

**Parâmetros de observação do *eye tracker***

---

---

**PARÂMETROS DE OBSERVAÇÃO DO EYE TRACKER****Coordenadas (x,y) dos pontos de calibragem:**

1. (5,22)
2. (127,22)
3. (248,22)
4. (5,122)
5. (127,122)
6. (248,122)
7. (5,222)
8. (127,222)
9. (248,122)

Variação (x,y) total (de 1,1 a 261,241)

**Coordenadas (x,y) do alvo:**

- Horizontais (9 pontos)
  1. (5,122)
  2. (35,122) - +30 unidades de *eye tracker*
  3. (66,122) - +31 unidades de *eye tracker*
  4. (97,122) - +31 unidades de *eye tracker*
  5. (127,122) - +30 unidades de *eye tracker*
  6. (157,122) - +30 unidades de *eye tracker*
  7. (187,122) - +30 unidades de *eye tracker*
  8. (218,122) - +31 unidades de *eye tracker*
  9. (248,122) - +30 unidades de *eye tracker*
  
- Verticais (7 pontos)
  1. (127,22)
  2. (127,55) - +33 unidades de *eye tracker*
  3. (127,88) - +33 unidades de *eye tracker*
  4. (127,122) - +34 unidades de *eye tracker*
  5. (127,156) - +34 unidades de *eye tracker*
  6. (127,189) - +33 unidades de *eye tracker*
  7. (127,222) - +33 unidades de *eye tracker*

**Medidas do cenário (écran):**

- Horizontal 30,5cm (31,383° de ângulo visual)
- Vertical 22,8cm (24,513° de ângulo visual)
  
- Distância entre o bordo lateral e o ponto central (127,122) – 15,25cm
- Distância entre o bordo superior e o ponto central (127,122) – 11,4cm
- Distância entre o ponto de calibragem 4 e o ponto central (127,122) – 14,9cm (diferencial para o bordo lateral, 0,35cm)
- Distância entre o ponto de calibragem 2 e o ponto central (127,122) – 11,1cm (diferencial para o bordo superior, 0,3cm)
- Distância entre pontos horizontais consecutivos – 3,725cm
- Distância entre os pontos verticais consecutivos – 3,7cm

**Cálculo das unidades de *eye tracker* por grau de ângulo visual:**

- Distância do observador ao alvo (**s**)=50cm
- Distância entre o ponto de calibragem 4 e o ponto central (**dh**)=14,9cm
- Diferencial da coordenada x (**E<sub>th</sub>**)=122 unidades de *eye tracker*
- Distância entre o ponto de calibragem 2 e o ponto central (**dv**)=11,1cm
- Diferencial da coordenada y (**E<sub>tv</sub>**)=100 unidades de *eye tracker*
  
- Ângulo  $\square$  visual formado pela dh ( $\theta_h = \tan^{-1} (dh/s) = 16,594^\circ$ )
- Ângulo  $\square$  visual formado pela dv ( $\theta_v = \tan^{-1} (dv/s) = 12,517^\circ$ )
  
- Horizontal - unidades de *eye tracker* por grau de ângulo visual (122/16,594=**7,352**)
- Vertical - unidades de *eye tracker* por grau de ângulo visual (100/12,517=**7,989**)