

Análise da sensibilidade ao contraste em militares aeronavegantes: Estudo exploratório

Analysis of contrast sensitivity in military aircrew: Exploratory study

DOI:10.34117/bjdv7n11-083

Recebimento dos originais: 12/10/2021

Aceitação para publicação: 08/11/2021

Janiny Mancini Rodrigues Silva de Paiva Valente

Médica especialista em Oftalmologia; Mestranda do Programa de Desempenho Humano Operacional (PPGDHO) da Universidade da Força Aérea (UNIFA)
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica (EAOAR)
Av. Marechal Fontenelle, 1200; Campo dos Afonsos; 21740-002; Rio de Janeiro-RJ.
E-mail: janinyvalente@gmail.com

Leonice Aparecida Doimo

Doutora em Saúde Pública
Universidade da Força Aérea (UNIFA)
Av. Marechal Fontenelle, 1200; Campo dos Afonsos; 21740-002; Rio de Janeiro-RJ.
E-mail: ladoimo1@gmail.com

Adriano Percival Calderaro Calvo

Doutor em Ciências
Universidade da Força Aérea (UNIFA)
Av. Marechal Fontenelle, 1200; Campo dos Afonsos; 21740-002; Rio de Janeiro-RJ.
E-mail: percivalcalvo.fab@gmail.com

Márcio Penha Morterá Rodrigues

Doutor em Medicina
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Rua Dr. Pereira Nunes, n 27, ap. 801; Ingá; 24210-431; Niterói-RJ.
E-mail: mortera@medicina.ufrj.br

RESUMO

A visão é considerada o sentido mais importante para obter informações e referências durante o voo, sendo responsável por cerca de 80% da orientação no ambiente de aviação. A acuidade visual (AV) é a função visual mais importante testada nos aeronavegantes (indivíduos cuja função laboral se desenvolve dentro de uma aeronave). A sensibilidade ao contraste (SC) é outra importante função visual, definida como a capacidade de discernir uma imagem entre luminâncias de diferentes níveis. Os testes de SC propiciam uma melhor descrição das propriedades resolutivas do sistema visual em relação às obtidas apenas com a medida da AV. Por esta razão este estudo objetivou caracterizar a SC em uma amostra de militares aeronavegantes e compará-la com os resultados de um grupo controle (militares não aeronavegantes). Para tal, foram constituídos dois grupos, pelo critério de acessibilidade, a saber: aeronavegantes (AE; n=58; $34,5 \pm 5,77$ anos) e grupo controle (GC; n=28; $35,14 \pm 7,2$ anos), todos do serviço ativo e do sexo masculino, totalizando 172 olhos. Os dados foram coletados no momento da inspeção de saúde dos militares. Primeiramente, foi realizado o exame oftalmológico conforme as instruções

técnicas em vigor e, na sequência, o teste de SC, utilizando a Tabela de Pelli-Robson. Além disso, foi preenchido um questionário para obtenção de informações pessoais. Foi realizada a estatística descritiva, a distribuição de frequências e a relação entre variáveis qualitativas (teste qui-quadrado), considerando $p \leq 0,05$. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Força Aérea do Galeão (Número de Registro 3.476.886). A SC média encontrada no grupo de AE foi de 1,71 log SC em olho direito (OD); 1,71 log SC em olho esquerdo (OE) e 1,97 log SC em ambos os olhos (AO). A SC média encontrada no GC foi de 1,69 log SC em OD; 1,66 log SC em OE e 1,96 log SC em AO. Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para a SC do OE. A SC do grupo AE foi, em média, maior que a do GC. Os valores de referência da Tabela de Pelli-Robson encontrados na literatura para a faixa etária estudada foram de 1,80 log SC e 1,95 log SC para medidas monoculares e binoculares, respectivamente. Em ambos os grupos, a média dos resultados da SC monocular ficou ligeiramente abaixo do valor de referência e a da SC binocular ficou acima desse valor. Para fins periciais, a inclusão do teste de SC proporcionaria um exame oftalmológico mais completo, permitindo a detecção mais precoce de determinadas patologias oculares e de possíveis alterações na SC relacionadas à realização de cirurgia refrativa. A avaliação dessa função visual possibilitaria também reconhecer aspectos relativos à performance visual, contribuindo para a otimização do desempenho humano operacional. Sugere-se estudos posteriores a fim de verificar e categorizar a SC em quadros/especialidades específicas para militares.

Palavras-chave: Sensibilidade de contraste, Visão Ocular, Militares.

ABSTRACT

Eyesight is considered the most important sense for obtaining information and references during flight, accounting for about 80% of the orientation in the aviation environment. Visual acuity (VA) is the most important visual function tested in aircrew (the pilot and the people who are responsible for flying an aircraft). Contrast sensitivity (CS) is another important visual function, defined as the ability to discern an image in different levels of luminance. CS tests provide a better description of the resolute properties of the visual system when compared to combinations of VA measurements only. For this reason, this study aims to characterize CS in a sample of aircrew and compare the results with a control group (non-aircrew). Thus, two groups were formed, according to the accessibility criterion: aircrew (AE; $n = 58$; 34.5 ± 5.77 years) and a control group (CG; $n = 28$; $35.14 \pm 7, 2$ years), all active duty and male, adding up to 172 eyes. Data were collected at the time of the military health inspection. First, an ophthalmological examination was performed according to technical instructions and, subsequently, the CS test was applied, using the Pelli-Robson Test. In addition, a questionnaire was used to obtain personal information. Descriptive statistics, frequency distribution and the relationship between qualitative variables (chi-square test) were performed, considering $p \leq 0.05$. The research was approved by the Research Ethics Committee of the Hospital de Força Aérea do Galeão (Registration Number 3.476.886). The mean CS value found in the AE group was 1.71 log CS in the right eye (RE); 1.71 log SC in left eye (LE) and 1.97 log SC in both eyes. The mean CS value found in the CG was 1.69 log CS in the RE; 1.66 log CS in LE and 1.96 log CS in both eyes. There was a statistically significant difference between the two groups for CS of the LE. The CS of the AE group was, on average, greater than the CG's. The reference values of the Pelli-Robson Test found in the literature for the studied age group were 1.80 log CS and 1.95 log CS for monocular and binocular measurements, respectively. In both groups, the mean of monocular CS results was slightly below the reference value and the mean of binocular CS was above this value. For independent

medical examination (IME) purposes, the inclusion of the SC test would provide a more complete ophthalmological examination, allowing for earlier detection of certain ocular pathologies and possible changes in SC related to the realization of refractive surgery. The evaluation of this visual function would also make it possible to recognize aspects related to visual capabilities, contributing to the optimization of human operational performance. Further studies are suggested in order to verify and categorize CS into specific frameworks/specialties for military personnel.

Keywords: Contrast sensitivity, Vision, Military personnel.

1 INTRODUÇÃO

A visão é considerada o sentido mais importante para obter referência e informações durante o voo e é responsável por praticamente 80% da informação de orientação em um ambiente de aviação (STERKIN, 2017). A acuidade visual (AV) é a função ocular mais importante testada no pessoal aeronavegante¹ (TEMPORAL, 2005, p.191). Apesar de rotineira, ela constitui apenas uma das funções do sistema visual. Outras funções desse sistema incluem a visão de cores, a estereopsia, o campo visual e a sensibilidade ao contraste (SC) (SIEIRO, 2016).

A SC é definida, na literatura, como a recíproca da quantidade mínima de contraste necessária para detectar uma grade de uma frequência espacial específica (CORNSWEET, 1970), ou seja, ela mede a capacidade de discernir uma imagem entre luminâncias de diferentes níveis. Também pode ser entendida como a capacidade de avaliar a quantidade mínima necessária de contraste a fim de identificar um objeto observado (PESCOSOLIDO; BARBATO; BLASIO, 2015).

De acordo com Elliott e Flanagan (2013), a SC fornece informações úteis sobre a visão funcional ou do mundo real que não são fornecidas pela AV. Por exemplo, tais informações contribuem para diminuir a probabilidade de quedas, auxiliam no controle de equilíbrio, diminuem as dificuldades na condução de veículos automotores e na leitura, e também para com as atividades diárias, como descer escadas e caminhar em pisos irregulares, dentre outras.

No ambiente militar, para Lattimore (2017) é importante identificar indivíduos com maior acuidade visual e com melhores capacidades de resolução visual, pois isso proporciona maior capacidade efetiva do combatente em operações militares quando sob condições ambientes de visão adversas. Um exemplo desse desempenho foi demonstrado por Ginsburg e Eastearly (1983) que verificaram relação proporcional entre maior

¹ Indivíduos cuja função laboral se desenvolve dentro de uma aeronave.

sensibilidade ao contraste e melhor desempenho para identificar a aproximação de aeronave à jato no horizonte. Desta forma, a SC foi estabelecida como medida visual com capacidade preditora mais apropriada para o desempenho visual dos pilotos, pois fornece uma avaliação mais completa da visão ao revelar perdas visuais não detectáveis através do teste clássico de AV (CRUZ; MACHADO, 1995; MILLODOT, 2009).

Os testes de SC têm a capacidade de detectar sinais precoces de doenças oculares como glaucoma, degeneração macular, catarata (HAYMES, 2006), ceratocone, retinopatia diabética, neuropatia óptica (SIEIRO, 2016), ambliopia, catarata, lesões cerebrais, esclerose múltipla, retinite pigmentosa e retinopatia serosa (BODIS-WOLLNER, 1980).

Em contrapartida, os procedimentos cirúrgicos refrativos podem alterar a SC e podem não ser identificados pelos métodos tradicionais de acuidade visual, de maneira que não permitirão a adequada avaliação da SC, principalmente em baixo contraste (ICAO, 2008). Quanto menor o contraste do objeto e quanto maior a pupila, mais significativa é a redução no desempenho visual. Para executar algumas tarefas em condições de redução de contraste e baixos níveis de luz, essas mudanças na função visual induzidas pela técnica de cirurgia refrativa ceratomileuse local assistida por laser (LASIK) podem ser importantes (HOLLADAY; DUDEJA; CHANG, 1999).

A rotina operacional dos pilotos militares inclui ambientes visuais de baixo contraste como neblina, nevoeiro, fumaça, crepúsculo e amanhecer, os quais prejudicam a identificação de alvos, demandando dos aviadores alto desempenho visual para detectá-los com a eficiência que sua função militar necessita. A cirurgia refrativa tem condições de melhorar o desempenho da AV em detrimento da perda do desempenho da SC, podendo prejudicar o desempenho necessário a pilotos da aviação militar.

Devido a importância da visão na aviação militar, é necessário estabelecer padrões de SC personalizados ao esquadrão (GRIMSOM; SCHALLHORN; KAUPP, 2002), ou seja, ao tipo de operação aérea desempenhada por um esquadrão específico, e também contribuir para que sua medida possa ser implementada como uma ferramenta na avaliação oftalmológica (SWAMY *et al*, 2002), dentro da aviação brasileira. Desta forma, o objetivo deste estudo foi verificar o desempenho de aeronavegantes da Força Aérea Brasileira quanto à sensibilidade ao constraste, em função dos valores normativos existentes na literatura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, exploratório e descritivo, com amostra não randômica. A pesquisa obteve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Força Aérea do Galeão (Parecer n. 3.476.886 de 30/07/2019) e foi desenvolvida na Seção de Oftalmologia do Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL), da Força Aérea Brasileira (FAB).

Inicialmente, ressalta-se que militares devem se submeter, anualmente, às inspeções de saúde periódicas, realizadas no CEMAL, sendo avaliados por diversas especialidades médicas. Assim, no momento da inspeção de saúde na Seção de Oftalmologia, os militares foram abordados e informados sobre a proposta da pesquisa e sua relevância. Após esclarecidas as dúvidas, aqueles que aceitaram participar assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Na sequência, foi realizado o exame oftalmológico por profissional médico do quadro de oficiais da ativa da FAB, com residência médica e título de especialista em Oftalmologia pelo Conselho Brasileiro de Oftalmologia, atendendo rigorosamente as instruções técnicas da Aeronáutica em vigor e, em seguida, foi realizado o Teste de Sensibilidade ao Contraste utilizando a Tabela de Pelli-Robson. O exame de SC foi realizado em uma sala reservada para tal finalidade, livre de perturbações sonoras e visuais, medindo 2,25 m x 3,50 m. O avaliado ficou sentado e a tabela lhe foi apresentada a uma distância de um metro, sob condição ambiente iluminada de 240-480 lumens, previamente testada com luxímetro calibrado e certificado. Primeiramente, examinou-se cada olho separadamente (medida monocular), sempre começando pelo olho direito, seguido do olho esquerdo e, na sequência, realizou-se o exame binocular, ou seja, com os dois olhos abertos simultaneamente. As respostas foram anotadas em um formulário que acompanha a Tabela. Todos os dados foram coletados pela mesma pesquisadora.

Aceitaram participar do estudo oitenta e seis indivíduos do sexo masculino (Tabela 1), (totalizando cento e setenta e dois olhos), distribuídos em dois grupos: a) grupo de militares aeronavegantes (AE) totalizando cinquenta e oito militares (cento e dezesseis olhos), com idade média de $34,5 \pm 5,77$ anos (22 a 49 anos de idade); e b) grupo controle (GC), formado por vinte e oito militares não aeronavegantes (cinquenta e seis olhos), com idade média de $35,14 \pm 7,2$ anos (21 a 49 anos).

Tabela 1- Características antropométricas e tempo de serviço da amostra de aeronavegantes (AE) e grupo controle (GC), do sexo masculino (média, desvio padrão, valores mínimos e máximos).

Característica	AE (n=58)	GC (n=28)		Média±DP	V Min	V Max
	Média±DP	V Min	V Max			
Idade (anos)	34,5 ± 5,77	22	49	35,14±7,2	21	49
Massa corporal (Kg)	83,63 ±10,58	62	110	85,75±12,00	62	120
Estatura (m)	1,76± 0,058	1,65	1,92	1,76±0,078	1,63	2,00
IMC (Kg/m ²)	26,7±2,99	20,95	35,67	27,68±3,12	21,71	33,70
Tempo de serviço (anos)	17,53± 5,84	6	34	14,32±7,73	4	30

Fonte: O autor.

Nota: DP: desvio padrão; VMin: valor mínimo; VMax: valor máximo; IMC: Índice de Massa Corpórea.

O instrumento de avaliação utilizado para avaliar a SC foi a tabela de Pelli-Robson da *Precision Vision*®. Esta tabela é constituída de oito linhas de optotipos. Cada linha é composta por seis letras de mesmo tamanho (20/60) , com um total de 48 letras. O contraste das letras diminui de 100% no topo a 0,56% na parte inferior do gráfico, sendo que o contraste diminui 0,15 unidades log SC a cada trio de letras, com variação de 0,00 log (contraste de 100%) a 2,25 log (contraste de 0,56%). As três primeiras letras à esquerda têm mais contraste que as três letras à direita, e o contraste também diminui para baixo, linha após linha (PELLI, 1988). A pontuação do teste era registrada até a leitura de, pelo menos, duas letras do trio com menor contraste corretamente vistas. O resultado era dado em Log de Sensibilidade ao Contraste (log SC) e foi anotado em uma folha de pontuação padronizada.

Para fins de avaliação dos escores obtidos, consideramos as informações encontradas em duas publicações. Na primeira, referente à valores de normalidade para a Tabela de Pelli-Robson, Mäntyjärvi e Laitinen (2001) encontraram as seguintes médias de SC nas medidas realizadas a 1 m de distância, para as seguintes faixas etárias: 6-19 anos - 1,73 (OD), 1,75 (OE) e 1,92 (AO); 20-29 anos - 1,84 (OD), 1,79 (OE) e 1,96 (AO); 30-39 anos - 1,84 (OD), 1,83 (OE) e 1,99 (AO); 40-49 anos - 1,74 (OD), 1,74 (OE) e 1,95 (AO). Para os maiores de 60 anos, as médias foram 1,72 (OD), 1,71 (OE) e 1,90 (AO). Na segunda, de acordo com Elliott e Flanagan (2013), para pacientes entre 20 e 50 anos de idade, a SC monocular deve ser 1,80 log/SC ou maior; para pacientes com menos de 20 anos e mais de 50 anos, a SC monocular deve ser 1,65 log/SC ou maior. Se as pontuações monoculares forem iguais, a pontuação binocular deve ser 0,15 unidades de log mais altas (soma binocular). Se a SC monocular for desigual, a soma binocular reduzirá e, em alguns pacientes, a melhor pontuação monocular pode ser melhor do que

o binocular (inibição binocular). Assim, por suas similaridades com a faixa etária estudada neste trabalho, consideramos como valores normais para fins de comparação a SC de 1,80 log/SC ou maior para as medidas monoculares e de 1,95 log SC ou maior para as medidas binoculares, conforme resultados descritos no trabalho de Mäntyjärvi e Laitinen (2001) e Elliott e Flanagan (2013).

Após a realização do teste foi aplicado um questionário, com quinze questões, versando a respeito de características profissionais e anamnese, com objetivo de triar queixas relativas à função visual do militar, realização de cirurgia refrativa e à atividade operacional que desempenhava.

Para análise dos dados, foi realizada a estatística descritiva e a distribuição de frequências, e a relação entre variáveis foi feita através do teste qui-quadrado. Adotou-se o nível de significância de $p \leq 0,05$ para todos os testes estatísticos. Os dados foram analisados pelo *Software R* (versão 4.0.2).

3 RESULTADOS

As Tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, as patologias oculares autorrelatadas e os erros refrativos manifestos, por número de olhos. No grupo AE, tivemos 4 olhos (3,44%) com diagnóstico de glaucoma e no GC 3 olhos (5,36%) com pterígio. O erro refrativo mais observado em ambos os grupos foi astigmatismo.

Tabela 2 - Patologias oculares autorrelatadas no grupo de AE e GC por número de olhos afetados.

Patologia Ocular	AE (n=116 olhos)	GC (n=56 olhos)
Descolamento Posterior de Vítreo	2 (1,72%)	0
Distrofia de Córnea (Guttata)	2 (1,72%)	0
Glaucoma	4 (3,44%)	0
Pseudofacia	1 (0,86%)	0
Pterígio	0	3 (5,36%)
Total	9 (7,76%)	3 (5,36%)

Tabela 3 - Erros refrativos manifestos no grupo de AE e GC por número de olhos.

Erro refrativo manifesto	AE (n=116 olhos)	GC (n=56 olhos)
Astigmatismo	36 (31,03%)	15 (26,78%)
Miopia	12 (10,34%)	10 (17,85%)
Presbiopia	8 (6,90%)	8 (14,28%)
Hipermetropia	10 (8,62%)	6 (10,71%)

Dos 116 olhos avaliados do grupo AE, 115 (99,14%) apresentaram AV com ou sem correção de 20/20 (1,0) e 01 olho (0,86%) apresentou AV igual a 20/25 (0,8). Dos 56 olhos avaliados no GC, 52 (92,86%) apresentaram AV com ou sem correção de 20/20 (1,0), 03 (5,36%) apresentaram AV igual a 20/25 (0,8) e 01 (1,78%) apresentou AV igual a 20/30 (0,7). Diante dos resultados apresentados na Tabela 4, observa-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos AE e GC para a melhor acuidade visual do olho esquerdo, de modo que, em média, o grupo AE possui a acuidade visual do olho esquerdo com correção (melhor acuidade visual) maior que a do GC.

Tabela 4 - Comparação da melhor acuidade visual segundo os grupos AE e GC.

Variável	Grupo	n	Média	EP	p
MAV OD	GC	28	0.99	0.007	0.157
	AE	58	1.00	0.000	
MAV OE	GC	28	0.96	0.018	0.020 *
	AE	58	1.00	0.003	

Notas: MAV: melhor acuidade visual. EP: erro padrão. OD: olho direito; OE: olho esquerdo.

* Significativo ao nível de 5% de significância pelo teste de *Mann-Whitney*.

Não foram observadas correlações significativas ($p \leq 0,05$) entre a sensibilidade ao contraste e a melhor acuidade visual, tanto para olho direito quanto para o esquerdo. Todos os valores para a variável “melhor acuidade visual” do olho direito do grupo AE foram iguais a 1, ou seja, não houve variação para essa variável.

Na Tabela 5 temos as medidas descritivas da SC entre os grupos. A média da SC monocular encontrada no grupo AE foi de 1,71 log SC em OD e 1,71 log SC em OE, resultando em uma SC monocular média ($SC\ OD + SC\ OE / 2$) de 1,71 log SC (variação de 1,50 log SC a 1,95 log SC). Já a SC binocular média foi de 1,97 log SC (variação de 1,65 log SC a 2,25 log SC).

A média da SC monocular encontrada no GC foi de 1,69 log SC em OD e 1,66 log SC em OE, resultando em uma SC monocular média de 1,67 log SC (variação de 1,50 log SC a 1,95 log SC). Já a SC binocular média foi de 1,96 log SC (variação de 1,80 log SC a 2,10 log SC).

A moda encontrada referente aos valores de SC monocular 1,65 log SC e de SC binocular foi de 1,95 log SC em ambos os grupos.

Tabela 5 - Medidas descritivas e comparação da Sensibilidade ao Contraste Média (log SC) encontrada na avaliação dos grupos de AE e GC.

Variável	Grupo	n	Min	Max	Média			CV	EP	P
					Moda	DP				
SC OD	AE	58	1.50	1.95	1.71	1.65	0.12	6.97	0,016	0,245
	GC	28	1.65	1.95	1.69	1.65	0.08	4.61	0,015	
SC OE	AE	58	1.50	1.95	1.71	1.65	0.12	6.78	0,015	0,024
	GC	28	1.50	1.95	1.66	1.65	0.11	6.47	0,020	
SC AO	AE	58	1.65	2.25	1.97	1.95	0.09	4.68	0,012	0,238
	GC	28	1.80	2.10	1.96	1.95	0.05	2.54	0,009	

Nota: SC: sensibilidade ao contraste (log SC); OD: olho direito; OE: olho esquerdo; AO: ambos os olhos; n: quantidade da amostra; DP: desvio-padrão; CV: coeficiente de variação; EP: erro padrão.

* Significativo ao nível de 5% de significância pelo teste de *Mann-Whitney*.

Diante dos resultados apresentados na Tabela 05, observa-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos AE e GC para a SC do olho esquerdo, de modo que, em média, o grupo AE possui uma sensibilidade ao contraste do olho esquerdo maior que o GC.

Em relação às cirurgias, no grupo AE (116 olhos), houve relato de que 20 olhos foram submetidos à cirurgia refrativa (17,24%). A técnica LASIK foi utilizada em 15 olhos (tempo médio de realização da cirurgia de 12,87 ±4,73 anos) e a PRK em 5 olhos (tempo médio de realização da cirurgia de 15,66 ±3,05 anos). No GC (56 olhos), houve relato de que 4 olhos foram submetidos à cirurgia refrativa (7,14%). A técnica LASIK foi utilizada nos 04 olhos (tempo médio de realização da cirurgia de 7,0± 4,24 anos). Não houve relato no GC de cirurgia utilizando a técnica PRK. A SC média nos olhos que realizaram cirurgia refrativa está descrita na Tabela 06.

Tabela 6 – Técnica de cirurgia refrativa e sensibilidade média encontrada na amostra de AE e GC.

Técnica de Cirurgia refrativa	AE (n=20 olhos)			GC (n=04 olhos)		
	SC OD	SC OE	SC AO	SCOD	SC OE	SC AO
LASIK	1,69	1,72	1,99	1,80	1,72	1,95
PRK	1,75	1,70	1,95	-	-	-

Nota: SC: sensibilidade ao contraste (log SC); OD: olho direito; OE: olho esquerdo; AO: ambos os olhos.

Comparando a SC do OD, do OE e de AO da amostra como um todo com o fundo de olho e a presença ou ausência de doenças crônicas, doenças oculares, uso de lentes corretoras, realização de cirurgia refrativa, queixas visuais, diagnóstico de astigmatismo, de hipermetropia e de miopia não se observaram resultados significativos. Apenas o diagnóstico de presbiopia apresentou resultado estatisticamente significativo (p= 0.025)

na comparação com a SC de AO, de modo que a sensibilidade ao contraste (ambos os olhos), em média, é maior naqueles que não têm presbiopia em relação aos que têm esse diagnóstico. Observou-se também correlação estatisticamente significativa entre a SC OD e o tempo de realização da cirurgia refrativa ($p= 0.043$) de modo que, quanto maior o tempo de realização da cirurgia refrativa, menor a SC no OD.

Observa-se na Tabela 7 que houve resultado estatisticamente significativo na sensibilidade ao contraste do olho esquerdo, levando-se em consideração o limiar da normalidade de SC.

Tabela 7 - Descrição da distribuição dos valores absolutos e percentuais da SC de acordo com o limiar de normalidade nos grupos controle e aeronavegante.

Variáveis	Categorias	GC		AER		p
		n	%	n	%	
SC olho direito	Anormal (<1,80log SC)	22	78,57	33	56,90	0.085
	Normal ($\geq 1,80\log$ SC)	6	21,43	25	43,10	
SC olho esquerdo	Anormal (<1,80log SC)	24	85,71	35	60,34	0.033 *
	Normal ($\geq 1,80\log$ SC)	4	14,29	23	39,66	
SC ambos os olhos	Anormal (<1,95 log SC)	1	3,57	4	6,90	0.900
	Normal ($\geq 1,95 \log$ SC)	27	96,43	54	93,10	

Nota: AER: aeronavegantes GC: grupo controle.

* Diferença significativa entre aeronavegantes e grupo controle ($p \leq 0,05$).

4 DISCUSSÃO

No presente estudo objetivou-se caracterizar a visão de sensibilidade ao contraste (SC) em uma amostra de aeronavegantes militares da FAB, utilizando como grupo controle uma amostra de militares não aeronavegantes, por meio da Tabela de Pelli-Robson.

Em seu trabalho, Ginsburg e Eastearly (1983) demonstraram a utilidade da SC como medida do desempenho visual. Oitenta e quatro pilotos da Força Aérea dos Estados Unidos foram divididos em grupos de cerca de dez pessoas por semana, e colocados numa pista. Eles relatavam a detecção de um avião a jato T-39 que se aproximava sob condições de visibilidade que variavam de 0,5 a mais de 15 milhas. Os resultados foram correlacionados com as SC e AV individuais. Os pilotos com maior SC foram capazes de detectar uma aeronave que se aproximava a distâncias significativamente maiores e mais rapidamente do que um piloto com menor SC. Por isso, a SC foi considerada melhor preditora de faixa de detecção que a AV nesse estudo de campo. Esses resultados sugerem que a seleção de indivíduos com melhores SC para tarefas que exigem alta capacidade

visual poderá otimizar a probabilidade de sucesso em situações que requeiram aquisições visuais precisas dos alvos.

Swamy e colaboradores (2002) reuniram dados comparativos de SC de uma população de 75 tripulantes da *Indian Air Force* (IAF) e 30 não-tripulantes na faixa de 20- 40 anos. A SC foi medida através do aparelho *Nicolet Ophtronic* CS-2000. Observou-se que os valores médios da SC dos tripulantes foram maiores que da população não tripulante em todas as frequências. O estudo de Grimsom, Schallhorn e Kaupp (2002) que comparou a SC de 107 pilotos estudantes da Marinha com os resultados de militares aeronavegantes e não aeronavegantes da mesma Instituição, concluiu que os pilotos estudantes navais obtiveram uma pontuação significativamente melhor do que a população controle. Outro estudo, realizado por Oen, Lim e Chung (1994), também confirmou que os pilotos obtiveram melhores resultados em seus testes de SC que a população de solo.

Essa diferença também foi observada neste trabalho, tanto nas médias das medidas monoculares quanto nas binoculares entre os aeronavegantes e não aeronavegantes, e poderia ser explicada por fatores como métodos de seleção inicial e de influências como treinamento, desempenho operacional e experiência do grupo de AE.

Já no estudo realizado por Temme e colaboradores (1991) com 135 pilotos de jato da Marinha dos EUA foi feita a comparação da medida da SC desses pilotos com não-pilotos, utilizando o aparelho *Nicolet CST 2000*. A curva de SC apresentada pelos pilotos foi típica em “U” invertido e a média de SC entre pilotos e não-pilotos estava dentro de +1,0 desvio padrão, diferença que poderia ser explicada por fatores metodológicos. Os autores também encontraram evidências de que pilotos são mais sensíveis às grades de teste de baixa frequência que os não pilotos. Contudo, os dados dos não pilotos (amostra controle) foram extraídos da literatura, o que gera incertezas nesta comparação, pois as diferenças nos procedimentos podem alterar os valores da SC e isso também poderia ter sido um fator para a pouca diferença entre o grupo de pilotos e não pilotos.

Depreende-se então, que as características da população e seu propósito de aplicação são fatores importantes que vão determinar os valores de referência que o pesquisador irá se embasar e assim utilizar a avaliação da SC como ferramenta de triagem para aviadores e aeronavegantes. Além disso, não há muitos estudos populacionais especialmente relacionados à aviação militar.

Na comparação dos resultados de SC categorizados como normal ou anormal (Tabela 7), podemos concluir que os participantes do GC tendem a ter uma proporção

maior de baixa sensibilidade ao contraste (OE) em relação ao grupo AE. Em relação à melhor acuidade visual, observa-se nos resultados que existe diferença estatisticamente significativa na melhor acuidade visual do olho esquerdo entre os dois grupos, de modo que, em média, o grupo AE apresentou uma melhor acuidade visual do olho esquerdo em relação ao GC. Tais achados carecem de mais estudos e pesquisas, pois não se evidenciou neste trabalho correlação que justifique o olho esquerdo ter obtido médias significativamente menores de SC e de AV corrigida no GC. Além disso, a literatura especializada não discorre sobre os possíveis motivos da diferença entre a SC de olho direito e esquerdo.

Observou-se, também, um resultado significativo no diagnóstico de presbiopia, de modo que a SC binocular, em média, é maior naqueles que não têm presbiopia. No estudo de Li *et al.* (2021) não foi encontrada associação da função de sensibilidade ao contraste com erro refrativo. Os autores também referem que os achados relacionando erro refrativo e sensibilidade ao contraste são inconsistentes.

Nossos resultados permitiram concluir que existe correlação estatisticamente significativa entre a sensibilidade ao contraste do olho direito e o tempo de realização da cirurgia refrativa, de modo que, quanto maior o tempo de realização da cirurgia refrativa, menor a sensibilidade ao contraste do olho direito. No estudo de Dennis e colaboradores (2004), onde se conduziu a avaliação clínica a longo prazo de indivíduos que haviam realizado PRK, foi evidenciado uma queda significativa no desempenho de SC após o PRK porém, sem afetar a AV.

É relevante considerar que o Guia médico da ANAC – Instrução Suplementar nº 67-004 revisão B recomenda que o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) só poderá ser emitido se, após a cirurgia refrativa, o candidato apresentar teste de sensibilidade ao contraste normal (ANAC, 2020).

A abordagem para certificação médica pela Autoridade de Segurança da Aviação Civil da Austrália traz um protocolo de avaliação com informações necessárias nos casos de realização de cirurgia refrativa. Nessas situações deve haver apresentação de um relatório do especialista, pelo menos após quinze dias da cirurgia, discriminando: a refração antes da cirurgia, a data da cirurgia, detalhes operatórios (técnica empregada), o tamanho da zona de ablação, a presença de sequelas, a refração após cirurgia e um teste recente de sensibilidade ao contraste. É necessário que a sensibilidade ao contraste seja satisfatória, caso contrário, haverá restrição no certificado, restringindo sua validade apenas para voo diurno (CASA, 2018).

5 CONCLUSÃO

Este estudo permitiu concluir que a SC do grupo AE foi, em média, maior que a do GC, porém, para ambos os grupos, os resultados monoculares estavam abaixo dos valores de referência para a Tabela de Pelli-Robson, descritos na literatura. Já os resultados da SC binocular encontrados estavam, em média, acima desses valores.

Para fins periciais, a inclusão do teste de SC proporcionaria um exame oftalmológico mais completo, permitindo a detecção mais precoce de determinadas patologias oculares e de possíveis alterações na SC relacionadas à realização de cirurgia refrativa. A avaliação dessa função visual possibilitaria também reconhecer aspectos relativos à performance visual, contribuindo para a otimização do desempenho humano operacional.

Como a sensibilidade ao contraste é, sem dúvida, uma importante função visual, especialmente no ambiente operacional militar, sugere-se estudos posteriores, a fim de verificar e categorizar a sensibilidade ao contraste em outros quadros/especialidades de militares, bem como ratificar a real relevância do emprego do referido exame nas inspeções de saúde, a fim de qualificar a avaliação pericial do aeronavegante, em especial dos pilotos militares.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Instrução Suplementar nº 67-004: **Guia Médico – meios aceitáveis de cumprimento do RBAC nº 67-004**, Revisão B. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-67-004/@@display-file/arquivo_norma/IS67-004A.pdf. Acesso em: 29 maio 2021.

BODIS-WOLLNER, I. Detection of Visual Defects using the contrast sensitivity function. **International Ophthalmology Clinics**, 20(1):135-153. 1980.

CIVIL AVIATION SAFETY AUTHORITY (CASA). Australian Government. **Laser and Refractive eye surgery**. 2018. Disponível em: <https://www.casa.gov.au/licences-and-certification/aviation-medicine/laser-and-refractive-eye-surgery>. Acesso em: 12 jul. 2020.

CORNSWEET, T. N. Vision perception. **New York: Academic Press**, 1970.

CRUZ, A.A.V; MACHADO, A.J. Sensibilidade ao Contraste. Atualização Continuada. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, 58(5).1995.

DENNIS, R.J. *et al.* Using the Freiburg Acuity and Contrast Test to measure visual performance in USAF personnel after PRK. **Optometry and Vision Science**. Vol 81(7):516-524, 2004.

ELLIOTT, D. B.; FLANAGAN, J.G. Assessment of visual function. Clinical Procedures in Primary Eye Care. 32-67, 4º Ed. **Elsevier**. Edimburgh, 2013.

GINSBURG. A.P.;EASTERLY, J. Contrast sensitivity predicts target detection field performance of pilots. **Proceeding of Human Factors Society**. 27th Annual Meeting. p. 269-273. 1983.

GRIMSON J.M., SCHALLHORN S.C., KAUPP, S.E. Contrast sensitivity: Establishing Normative Data for Use in Screening Prospective Naval Pilots Aviat. **Space Environ Med.**; 73: 28-35. 2002.

HAYMES, S. A. *et al.* The Letter Contrast Sensitivity Test: Clinical Evaluation of a New Design. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, 2739-2745. 2006.

HOLLADAY, J.T.; DUDEJA D.R.; CHANG J. Functional vision and corneal changes after laser in situ keratomileusis determined by contrast sensitivity, glare testing, and corneal topography. **J Cataract Refract Surg.**; 25(5):663-9, 1999.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). Manual of Civil Aviation Medicine, 3º Ed. **Montreal**, 2012.

LATTIMORE, C.M.R. Human contrast acuity variability. **Military Medicine**. EUA. 182, 3/4:234, 2017.

LI, Z., HU, Y., YU, H. *et al.* Effect of age and refractive error on quick contrast sensitivity function in Chinese adults: a pilot study. **Eye** 35, 966–972. 2021. Disponível em:

<https://www.nature.com/articles/s41433-020-1009-7.pdf>.
<https://doi.org/10.1038/s41433-020-1009-7>. Acesso em: 27 fev.2021.

MÄNTYJÄRVI, M.; LAITINEN, T. Normal values for the Pelli-Robson contrast sensitivity test, **J Cataract Refract Surg**; 27: 261-66, 2001.

MILLODOT, M. Dictionary of Optometry and Visual Science. **Elsevier**. 7 ed. 2009.

OEN, F.T., LIM, T.H., CHUNG, M.P. Contrast sensitivity in a large adult population. **Ann Acad. Med Singapore**. May;23(3):322-6. 1994.

PELLI, D.G., ROBSON, J.G., WILKINS, A.J. Designing a new letter chart for measuring contrast sensitivity. **Clin Vision Sci**; 2:187-99. 1988.

PESCOSOLIDO, N; BARBATO, A ; BLASIO, D.D. Hypobaric Hypoxia: Effects on Contrast Sensitivity in High Altitude Environments, **Aerospace Medicine and Human Performance**. Vol. 86, No. 2, 2015.

SIEIRO, R O. *et al.* Avaliação da função de sensibilidade ao contraste em diferentes faixas etárias nas médias e altas frequências espaciais, **Revista Brasileira de Oftalmologia**, vol.75, 296-299- nr.4-Jul/Ago. 2016.

STERKIN *et al.*, **Vision improvement in pilots with presbyopia following perceptual learning**. **Vision Research**. Set. 2017.

SWAMY, S., JOSEPH. C., ARAVIND A.S., VEVAI R.J. Contrast sensitivity in IAF aircrew. **Ind. J Aerospace Med**; 46(2), 7 – 22. Índia. 2002.

TEMME L.A.; RICKS E.; MORRIS A.; SHERRY D. Visual contrast sensitivity of U.S. Navy jet pilots. **Aviat. Space Environ. Med.**;62:1032-6, 1991.

TEMPORAL, W. Medicina Aeroespacial, **Ed Luzes**, 2005.