



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO  
OPERACIONAL

**JANINY MANCINI RODRIGUES SILVA DE PAIVA VALENTE, Maj Med**

**Sensibilidade ao Contraste em Pilotos da Força Aérea Brasileira:  
Estudo Exploratório**

Rio de Janeiro  
2022

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO  
OPERACIONAL

**JANINY MANCINI RODRIGUES SILVA DE PAIVA VALENTE, Maj Med**

**Sensibilidade ao Contraste em Pilotos da Força Aérea Brasileira:  
Estudo Exploratório**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desempenho Humano Operacional.  
Orientadora: Prof. Dra. Leonice Aparecida Doimo

Rio de Janeiro  
2022

Valente, Janiny Mancini Rodrigues Silva de Paiva

V154s

Sensibilidade ao contraste em pilotos da Força Aérea Brasileira: estudos exploratório / Janiny Mancini Rodrigues Silva de Paiva Valente. – Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2022.

83 f.: il., enc.

Orientadora: Leonice Aparecida Doimo.

Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2022.

Referências: f. 64-69

1. Sensibilidades de contraste. 2. Visão Ocular. 3. Militares. I. Título. II. Doimo, Leonice Aparecida. III. Universidade da Força Aérea.

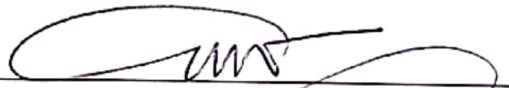
CDU: 355.354.43(81)

JANINY MANCINI RODRIGUES SILVA DE PAIVA VALENTE, Maj Med

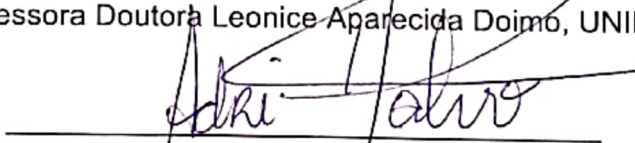
**Sensibilidade ao Contraste em Pilotos da Força Aérea Brasileira:  
Estudo Exploratório**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desempenho Humano Operacional.

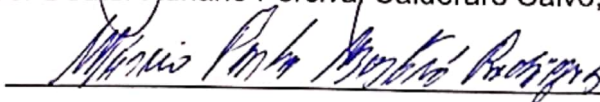
Aprovado por:



Professora Doutora Leonice Aparecida Doimo, UNIFA



Professor Doutor Adriano Percival Calderaro Calvo, UNIFA



Professor Doutor Márcio Penha Morterá Rodrigues, UFRJ

Rio de Janeiro  
Agosto de 2022

A Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho N'ele. Ao meu marido e filhos, todo meu amor e gratidão.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me sustentado todos os dias da minha vida, por ter me dado coragem e forças constantes, imprescindíveis para a realização desse trabalho.

Aos meus pais, Ilda e José Americo (*in memorian*), pelo afeto e cuidado que me deram durante toda a minha existência e ao meu irmão Jansen, que sempre torceu por mim. Dedico a vocês tudo o que sou hoje.

Ao meu querido esposo Sérgio, por fazer parte da minha vida em todos os momentos, pela sua compreensão nas minhas horas de ausência, pelo apoio incondicional oferecido em todos os aspectos, sendo o suporte e presença necessários para as dificuldades cotidianas. Aos meus amados filhos, Igor e Gustavo, que tantas vezes deixaram de receber minha devida atenção pelos envolvimento com o trabalho. Vocês são minha inspiração para buscar melhorar a cada dia, são fonte de amor puro e verdadeiro, são presentes de Deus em nossa vida.

À minha orientadora, Prof. Leonice que me manteve na trilha certa para a conclusão satisfatória deste projeto. Grata pela sua orientação, pelo incentivo e atenciosa dedicação, colaborando para que este trabalho fosse possível.

À UNIFA, que através do PPGDHO, me deu oportunidade para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Adriano Calvo e ao Prof. Dr. Márcio Morterá que colaboraram diretamente para a qualidade deste trabalho desde a sua Qualificação.

A todos os demais professores, aos amigos, chefes e colegas de trabalho que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho se concretizasse com êxito.

“A coisa mais indispensável a um homem é reconhecer o uso que deve fazer de seu próprio conhecimento”. (Platão)

## APRESENTAÇÃO

Conforme o Ministério da Defesa (MD), as Forças Armadas, para o cumprimento da missão constitucional de defesa da pátria, devem se manter preparados ao pronto emprego operacional.

Durante toda a sua carreira na Força Aérea Brasileira (FAB), o militar deve ser avaliado periodicamente por inspeções médicas, realizadas nas Juntas de Saúde, para avaliar o seu estado de saúde e, com base no mesmo, medidas devem ser desenvolvidas ou implementadas para garantir a saúde operacional eficiente, a prontidão nos vários cenários de atuação e, principalmente, a recuperação rápida e o apoio às operações militares.

O Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL) é a Organização de Saúde da Aeronáutica (OSA) de referência do Sistema de Saúde da Aeronáutica (SISAU), que tem por missão realizar estudos e pesquisas no campo pericial, voltados para a Medicina Aeroespacial e realizar inspeções de saúde em militares e civis do Comando da Aeronáutica, com maior ênfase nos aeronavegantes, bem como inspecionar os candidatos ao ingresso às fileiras da FAB.

Através das inspeções de saúde verifica-se as condições psicofísicas dos militares da instituição para o efetivo exercício das suas atividades, visando a mantê-lo nas melhores condições de aptidão, com vistas ao cumprimento da missão.

Considerando especificamente os pilotos da FAB, estes devem possuir requisitos de aptidão psicofísica apropriados ao desempenho de suas funções. Tais requisitos encontram-se descritos nas Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde da Aeronáutica vigentes (ICA 160-6/2016). Enfatiza-se que o exame oftalmológico requer especial atenção nas inspeções de saúde dos pilotos devido à importância da visão no ambiente de aviação.

A medida da acuidade visual é rotineiramente realizada nas inspeções de saúde, além da AV são avaliadas funções visuais como senso cromático, a estereopsia e o campo visual de confrontação. Contudo, a sensibilidade ao contraste (SC) não é testada, pois não consta nas normas vigentes. A SC é uma importante função visual que pode ser definida como a medida da capacidade de discernir uma imagem entre luminâncias de diferentes níveis. Ela propicia uma melhor descrição das propriedades resolutivas do sistema visual do que a obtida apenas com a medida da

acuidade visual. Desta forma, é de utilidade na semiologia para fornecer informações não contidas na avaliação da acuidade visual.

Assim, o objetivo geral dessa pesquisa foi verificar como se apresenta a visão de sensibilidade ao contraste em pilotos da FAB, avaliando a prevalência de baixa sensibilidade visual nessa população, bem como identificando os fatores relacionados às alterações na visão de contraste.

Pretende-se, com o resultado dessa pesquisa, contribuir para o aumento do nível de informação sobre o tema, bem como embasar a recomendação para a inclusão do teste de SC na avaliação oftalmológica dos pilotos da FAB nas inspeções de saúde iniciais, nos candidatos submetidos à cirurgia refrativa, e como complemento da avaliação oftalmológica nas inspeções periódicas, à critério do especialista.

A presente Dissertação é fruto de uma pesquisa desenvolvida junto ao Programa de Pós-graduação em Desempenho Humano Operacional, modalidade Mestrado Profissional, da Universidade da Força Aérea (UNIFA), a qual possibilitou, também, a publicação de um artigo científico na classificação Qualis B2 da área 21 (Educação Física, Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional) e a apresentação e publicação de três resumos em eventos científicos.

## RESUMO

Na aviação militar, os pilotos devem ser capazes de detectar e responder adequadamente a alvos visuais, inclusive em situações de baixo contraste. A sensibilidade ao contraste (SC) é 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 acuidade visual. Por esta razão este estudo objetivou caracterizar a SC em uma amostra de pilotos da Força Aérea e compará-la com os resultados de um grupo de militares aeronavegantes não pilotos. Para isso, foram constituídos dois grupos, alocados pelo critério de acessibilidade: pilotos (n=58; 34,5 ± 5,77 anos) e grupo controle de aeronavegantes não pilotos (n=28; 35,14 ± 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 no Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL). Primeiramente, o exame oftalmológico foi realizado conforme previsto na ICA 160-6/2016 e, na sequência, realizou-se 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 pilotos 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 grupo de aeronavegantes não pilotos 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 de pilotos foi, em média, maior que a do grupo de aeronavegantes não pilotos. 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. Em face dos resultados encontrados e do levantamento bibliográfico realizado, recomenda-se a normatização do teste de SC nas legislações que regem as inspeções de saúde dos pilotos militares, adequando-as às práticas vigentes do meio aeronáutico nacional e internacional. Sugere-se ainda estudos posteriores, a fim de verificar e categorizar a SC em outros quadros/especialidades.

**Palavras-chave:** Sensibilidades de contraste; visão ocular; militares.

## ABSTRACT

*In military aviation, pilots must be able to properly detect and respond to visual targets, even in low-contrast situations. Contrast sensitivity (SC) is the ability to discern an image between luminances of different levels. The SC tests provide a better description of the resolutive properties of the visual system in relation to those obtained only with the measurement of visual acuity. For this reason, this study aimed to characterize SC in a sample of Air Force pilots and compare it with the results of a group of non-pilot military airmen. For this, two groups were formed, allocated by the accessibility criterion: pilots ( n=58; 34.5 ± 5.77 years) and control group of non-pilot airmen (n=28; 35.14 ± 7.2 years), all the active service and male, totaling 172 eyes. Data were collected at the time of the military health inspection at the Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL). First, the ophthalmologic examination was performed as provided for in ICA 160-6/2016 and, subsequently, the SC test was performed using the Pelli-Robson Table. In addition, a questionnaire was completed 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 pilot's 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 group of non-pilot military airmen 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 pilot's group was, on average, greater than the group of non-pilot military airmen. 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. In view of the results found and the bibliographic survey carried out, it is recommended the standardization of the contrast sensitivity test in the laws that govern the health inspections of military pilots, adapting them to the current practices of the national and international aeronautical environment. Further studies are suggested to verify and categorize contrast sensitivity in other pictures / specialties.*

**Keywords:** Contrast sensitivities; vision; military personnel.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Função de SC espacial.....	20
Figura 2 - Curva característica da SC sob baixas, médias e altas frequências.....	21
Figura 3 - Tabela de Snellen .....	22
Figura 4 - Gráfico comparativo de sensibilidade ao contraste x acuidade visual. ....	23
Figura 5 – Imagem mostrando diferentes níveis de contraste: no primeiro plano árvores em alto contraste e no segundo plano os contornos das montanhas em baixo contraste.....	24
Figura 6 – Simulação da visão de pessoa conduzindo veículo com sensibilidade visual ao contraste normal (à esquerda) e com baixa sensibilidade visual ao contraste (à direita). .....	25
Figura 7 – Simulação da visão funcional ao descer escadas em pessoa apresentando sensibilidade visual ao contraste normal (à esquerda) e com baixa sensibilidade visual ao contraste (à direita). .....	25
Figura 8 – Comparação da qualidade da imagem baseada na sensibilidade ao contraste.....	26
Figura 9 - Tabelas de Pelli-Robson .....	40
Figura 10 - Exemplo de medida de SC na Tabela de Pelli-Robson. ....	41
Figura 11 – Sala de aplicação do Teste de SC de Pelli- Robson no CEMAL.....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características antropométricas e tempo de serviço da amostra de pilotos e aeronavegantes não pilotos do sexo masculino (média, desvio padrão, valores mínimos e máximos). .....	46
Tabela 2 - Patologias oculares autorrelatadas no grupo de pilotos e aeronavegantes não pilotos (por número de olhos afetados). .....	47
Tabela 3 - Erros refrativos manifestos no grupo de pilotos e aeronavegantes não pilotos por número de olhos. ....	48
Tabela 4 - Comparação da melhor acuidade visual segundo os grupos aeronavegantes não pilotos e pilotos. ....	48
Tabela 5 - Valores absolutos e percentuais dos aspectos oculares de pilotos e aeronavegantes não pilotos. ....	49
Tabela 6 - Medidas descritivas e comparação da Sensibilidade ao Contraste Média (log SC) encontrada na avaliação de grupo de pilotos e aeronavegantes não pilotos. ....	50
Tabela 7 - Descrição da distribuição dos valores absolutos e percentuais da SC de acordo com o limiar de normalidade nos grupos pilotos e aeronavegantes não pilotos. ....	51
Tabela 8 - Sensibilidade ao contraste média (log SC), por faixa etária (menor que 35 anos e maior ou igual a 35 anos), em grupo de pilotos e aeronavegantes não pilotos da Força Aérea Brasileira.....	51
Tabela 9 - Comparação da sensibilidade média ao contraste (log SC) por Especialidade de aviação no grupo de pilotos, considerando olho direito (OD), olho esquerdo (OE) e ambos os olhos (AO). ....	52
Tabela 10 - Técnica de cirurgia refrativa e Sensibilidade média encontrada na amostra de pilotos e aeronavegantes não pilotos. ....	53
Tabela 11 – Comparação da SC de ambos os olhos (AO) segundo algumas outras variáveis. ....	53
Tabela 12 – Correlações da Sensibilidade ao Contraste com outras variáveis.....	54
Tabela 13 - Poder amostral para as variáveis de SC no grupo de pilotos.....	54

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**AO** – Ambos os olhos

**AFA** - Academia da Força Aérea

**AV** - Acuidade visual

**Cd/m<sup>2</sup>** – Candeia por metro quadrado

**CEMAL** – Centro de Medicina Aeroespacial

**CIL** - Cilíndrico

**COMAER**- Comando da Aeronáutica

**Cpg** - Ciclo por grau

**D** – Dioptria

**DP** – Desvio padrão

**EPCAR** - Escola Preparatória de Cadetes do Ar

**ESF** - Esférico

**FAB** - Força Aérea Brasileira

**FSC** - Função de Sensibilidade ao Contraste

**ICA 160-6** - Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde da Aeronáutica

**IAF** – *Indian Air Force*

**IMC** – Índice de Massa Corporal

**LASIK** - *Laser in situ Keratomileusis*

**Lmax** – Luminância máxima

**Lmin** – Luminância mínima

**Log** - Unidade logarítmica

**Log SC** - Unidade logarítmica de Sensibilidade ao Contraste

**MAV** - Melhor acuidade visual

**OD** – Olho direito

**OE** - Olho esquerdo

**PPGDHO** - Programa de Desempenho Humano Operacional

**PRK** - *Photorefractive Keratectomy* ou Ceratectomia Fotorrefrativa

**QOAv** - Quadro de oficiais aviadores

**SC** - Sensibilidade ao contraste

**SLCT** - *Small Letter Contrast Test*

**TCLE** - Termo de consentimento livre e esclarecido

**USAF** - *United States Air Force*

**UV** – Ultravioleta

**V min** – Valor mínimo

**V Max** – Valor Máximo

**VMC** - Condições meteorológicas de voo visual

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1	Contextualização	16
1.2	Caracterização da questão-problema	17
1.3	Objetivos	18
1.3.1	Objetivo geral	18
1.3.2	Objetivos específicos	18
1.4	Justificativa e relevância	18
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
2.1	Sensibilidade ao contraste – Aspectos gerais	19
2.2	Sensibilidade ao contraste e acuidade visual	21
2.3	Sensibilidade ao contraste - Aplicabilidade	24
2.4	Sensibilidade ao contraste e pilotos	27
2.5	Sensibilidade ao contraste e cirurgia refrativa no contexto da aviação	32
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>38</b>
3.1	Tipo de estudo	38
3.2	Amostra	38
3.3	Critérios de inclusão	38
3.4	Critérios de exclusão	39
3.5	Local de realização da pesquisa e da coleta de dados	39
3.6	Instrumento de coleta de dados	39
3.6.1	Instrumento de avaliação: A Tabela de Pelli-Robson	39
3.6.2	Questionário	43
3.7	Coleta de dados	43
3.8	Análise estatística	45
3.9	Comprovação de submissão ao Comitê de Ética	45
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>55</b>

<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>
	<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>70</b>
	<b>APÊNDICE A – Teste de Sensibilidade ao Contraste em pilotos do sexo feminino .....</b>	<b>72</b>
	<b>APÊNDICE B – Teste de Sensibilidade ao Contraste em aeronavegantes não pilotos do sexo feminino .....</b>	<b>73</b>
	<b>APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE D – Questionário para Pilotos.....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE E – Questionário para Aeronavegantes não pilotos .....</b>	<b>79</b>
	<b>ANEXO A - Folha de pontuação para teste de sensibilidade ao contraste da Tabela de Pelli-Robson.....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXO B – Aprovação do Comitê de Ética .....</b>	<b>81</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A visão é um dos principais sentidos dos seres humanos, permitindo ver e compreender o mundo ao seu redor. Através de um sofisticado sistema visual, o homem consegue captar a imagem de objetos por meio de receptores sensoriais localizados na retina. Essa informação é transmitida através dos nervos ópticos até o encéfalo, onde será processada e armazenada.

Na aviação, a visão é considerada o sentido mais importante para obter referência e informações durante o voo, sendo responsável por praticamente 80% da informação de orientação em um ambiente de aviação (STERKIN *et al.*, 2017).

Durante o cumprimento de uma operação de voo, o sentido da visão precisa ser usado em sua capacidade total, tanto na obtenção de referências e informações no ambiente interno, quanto na detecção de alvos. Os alvos detectados por pilotos, seja operando uma aeronave de caça ou em uma missão de resgate, variam muito em forma e tamanho e precisam ser detectados mesmo sob condições de baixo contraste como, por exemplo, sob neblina, nevoeiro, fumaça, no crepúsculo ou ao amanhecer. Tais situações, onde baixos níveis de luz são freqüentes, podem ser suficientes para reduzir a acuidade visual (ICAO, 2012).

O reaparelhamento da Força Aérea Brasileira (FAB), com a aquisição de modernas aeronaves como o caças F-39 *Gripen NG* e o KC-390, trouxe ganhos operacionais para a Força, contribuindo para fortalecer os alicerces necessários para a garantia da soberania do espaço aéreo brasileiro e integração do território nacional (AEROVISÃO, 2017). No entanto, preocupações com a segurança de voo, tanto no meio militar quanto no ambiente da aviação civil, exigem uma habilidade visual superior, de forma que as Forças Armadas precisam recrutar e manter sua força da aviação operando em alta qualidade (GRIMSON; SCHALLHORN; KAUPP, 2002). Assim, ter uma visão em perfeitas condições é uma necessidade vital para um ótimo desempenho na operação de aeronaves militares, além de ser um requisito essencial para o sucesso da missão que envolve a atividade aérea.

A acuidade visual (AV) é a função mais importante testada no pessoal aeronavegante (TEMPORAL, 2005) e é frequentemente igualada à visão, ignorando outras dimensões importantes dos estímulos visuais, como cor e contraste (RUBIN,

2013). De acordo com Rinaldo (2008, apud SIEIRO *et al.*, 2016, p.297), a visão apresenta várias funções como a AV, a sensibilidade ao contraste (SC), o campo visual, a percepção de movimentos e a percepção de cores. De fato, a AV é a medida mais utilizada da função visual, mas apesar de rotineira, ela constitui apenas uma das funções visuais. Já a SC é uma importante função visual que propicia uma melhor avaliação funcional do sistema visual.

## 1.2 Caracterização da questão-problema

Os métodos de avaliação do sistema visual no COMAER estão descritos nas Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde da Aeronáutica (ICA 160-6). Por meio dessa instrução, estão previstos no exame oftalmológico a medida da AV para longe e para perto, sem e com correção, a avaliação do senso cromático, a visão de profundidade, a motilidade ocular, a biomicroscopia, o oftalmotônus e a fundoscopia (BRASIL, 2016).

Nessa instrução, o requisito visual nº 1 é utilizado na avaliação dos candidatos à Escola Preparatória de Cadetes do Ar e à Aviação na Academia da Força Aérea e o requisito visual nº 2 é aplicado nos candidatos a graduados do COMAER nas especialidades de Aeronavegantes e de Controle do Tráfego Aéreo e nas Inspeções de Saúde periódicas dos Oficiais Aviadores e Cadetes Aviadores solo da AFA.

O requisito visual nº 1 prevê uma AV para longe de 20/20 (1,0) em cada olho, separadamente, sem correção. Assim, os candidatos portadores de miopia são considerados incapazes bem como aqueles que possuem grau de astigmatismo maior que 0,75 cilíndrico e grau de hipermetropia sob cicloplegia maior que 2,25 esférico (BRASIL, 2016). O requisito nº 2 permite visão até 20/40 (0,5), em cada olho, separadamente, sem correção, desde que, com o uso de lentes corretoras, o candidato atinja visão igual a 1,0 (20/20). Com o intuito de se enquadrarem nesses requisitos, frequentemente os candidatos realizam procedimento cirúrgico refrativo para correção das ametropias.

Quando bem-sucedida, muitas vezes a cirurgia refrativa não deixa cicatriz corneana visível, tornando difícil para o examinador estabelecer se o candidato foi submetido previamente ao procedimento. Outra questão é que os métodos habituais de medida da acuidade visual não revelam se há prejuízo da visão de sensibilidade ao contraste, a qual pode ocorrer em determinadas patologias oftalmológicas e certas

condições, como após a cirurgia refrativa, o que pode prejudicar o desempenho visual no ambiente da aviação (ICAO, 2012).

Assim, a questão a ser respondida com este trabalho é como se apresenta a visão de sensibilidade ao contraste em pilotos da Força Aérea Brasileira.

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivo geral

- a) Caracterizar a visão de sensibilidade ao contraste em uma amostra de pilotos da FAB, em condições de luminância fotópica, utilizando a Tabela de Pelli-Robson.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar a prevalência de baixa sensibilidade visual ao contraste, quantificando o número de olhos com diminuição da sensibilidade ao contraste nos dois grupos, de acordo com parâmetro de normalidade retirado da literatura.
- b) Comparar os resultados do teste de sensibilidade ao contraste dos pilotos e dos aeronavegantes não pilotos.
- c) Descrever os resultados obtidos no teste de SC dos pilotos em relação aos diferentes tipos de aeronaves pilotadas.
- d) Identificar fatores clínicos e oftalmológicos que possam estar relacionados a alterações na visão de contraste nos indivíduos avaliados, através dos dados extraídos do exame oftalmológico e da análise do questionário empregado na pesquisa.

### **1.4 Justificativa e relevância**

Os padrões de visão são críticos para a condução eficaz e segura de muitas tarefas que envolvem o exercício da atividade aérea pois o ambiente visual da aviação é complexo e tridimensional, muitas vezes incluindo pouca visibilidade e alterações de contraste no decorrer do dia e da noite.

Dessa forma, a importância desse estudo é verificar como se apresenta a visão de SC em um grupo de pilotos da FAB.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sensibilidade ao contraste – Aspectos gerais

Entende-se por contraste a capacidade de perceber as propriedades de um objeto em comparação ao seu fundo. Essa percepção dos detalhes de objetos e cenas é determinada, em grande medida, pela forma como o sistema visual pode discernir contrastes através das diferenças no brilho de áreas adjacentes (SWAMY, JOSEPH; ARAVIND; VEVAI, 2002).

O contraste é calculado pela relação entre a luminância máxima ( $L_{max}$ ) e a luminância mínima ( $L_{min}$ ), representado matematicamente pela fórmula de Michelson (1) (SANTOS, 2003):

Fórmula de Michelson:

$$\text{Contraste} = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}} \quad (1)$$

Logo, o limiar de contraste é a quantidade mínima de contraste necessária para um indivíduo discernir um objeto do seu fundo e a SC é o inverso da curva limiar de contraste (BALCER *et al.*, 2017). Assim, quanto menos contraste necessitar para perceber um estímulo, maior será a SC.

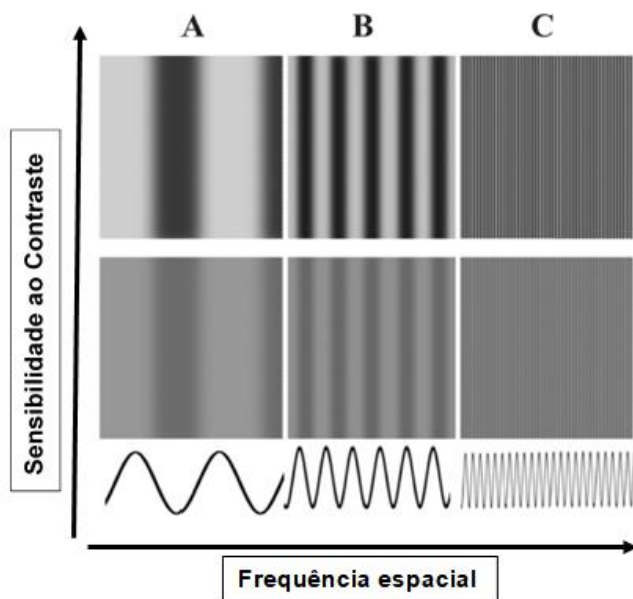
A SC é definida na literatura como a recíproca da quantidade mínima de contraste necessária para detectar uma grade de uma frequência espacial específica (CORNSWEET, 1970). Também pode ser entendida como a capacidade de avaliar a quantidade mínima necessária de contraste a fim de identificar um objeto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

A SC é medida através de diferentes frequências espaciais (GIBB; GRAY; SCHARFF, 2010). Por frequência espacial, entende-se o número de ciclos por grau (cpg) do ângulo visual, onde um ciclo seria uma barra preta e branca, ou seja, a frequência espacial seria o número de barras escuras e claras em determinada área. Frequências espaciais altas, têm detalhes finos e são mais difíceis de ver, pois

exigem mais contraste do que as frequências médias (WATSON; RAMIREZ; SALUD, 2009).

Assim, a função de SC descreve o desempenho do sistema visual em diferentes níveis de contraste (MOREIRA, 2013). Exemplificando, na Figura 1, observa-se o gráfico de função de SC espacial, onde os estímulos vão de baixa (A) a alta (C) frequência espacial (abscissa) e onde os estímulos superiores têm mais contraste que os estímulos inferiores (ordenada).

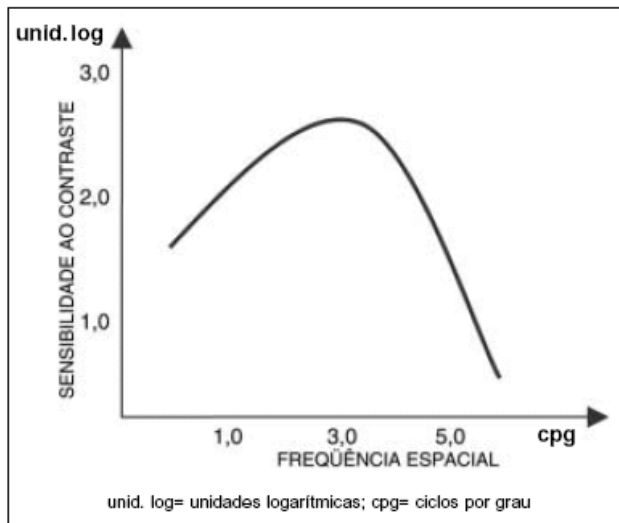
**Figura 1-** Função de SC espacial.



**Fonte:** Lacerda, Ventura, Silveira (2011).

A análise gráfica da SC em diversas frequências espaciais apresenta-se como uma curva com formato de “U” invertido (Figura 2), onde o pico da SC ocorre nas frequências espaciais médias e as frequências baixas e altas constituem os menores valores, representando o nível mais baixo de contraste que um paciente pode detectar para um tamanho específico (OLIVEIRA, 2005).

**Figura 2** - Curva característica da SC sob baixas, médias e altas frequências.



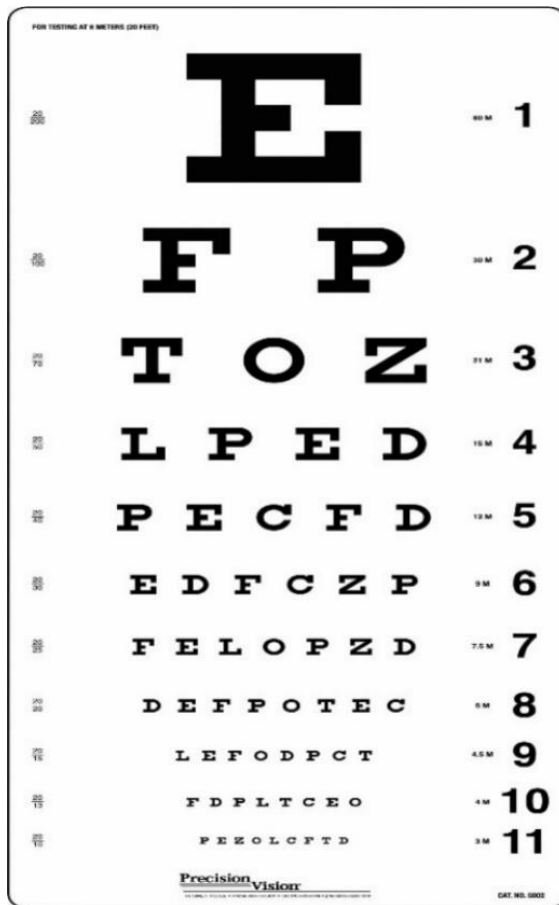
Fonte: Oliveira, *et al.* (p.442, 2005).

## 2.2 Sensibilidade ao contraste e acuidade visual

A AV representa o mínimo ângulo de resolução de determinado objeto espacial definido, e é usada para demonstrar o estado da visão central (MOREIRA,2013). Dessa forma, a AV especifica o menor detalhe espacial que pode ser detectado com o maior estímulo de contraste, mas não fornece informação sobre a habilidade de detectar e discriminar objetos de diferentes tipos e contrastes (GRADWELL; RAINFORD, 2016).

A tabela de Snellen ou escala optométrica de Snellen (Figura 3), é o instrumento rotineiramente utilizado para avaliar a AV e mede a resolução espacial do sistema visual, em condições de alto contraste, de 85% ou mais (OWSLEY; SLOANE, 1987), não reproduzindo a dinâmica da vida real.

**Figura 3 - Tabela de Snellen**



**Fonte:** IALVS (2019).

A AV e a SC são funções relacionadas aos aspectos críticos da percepção visual da forma e de detalhes ou resolução espacial. Porém, a AV é uma boa indicadora dos fatores ópticos do olho enquanto a SC avalia bem tantos os fatores ópticos como os fatores neurais da visão (SANTOS; SIMAS, 2001).

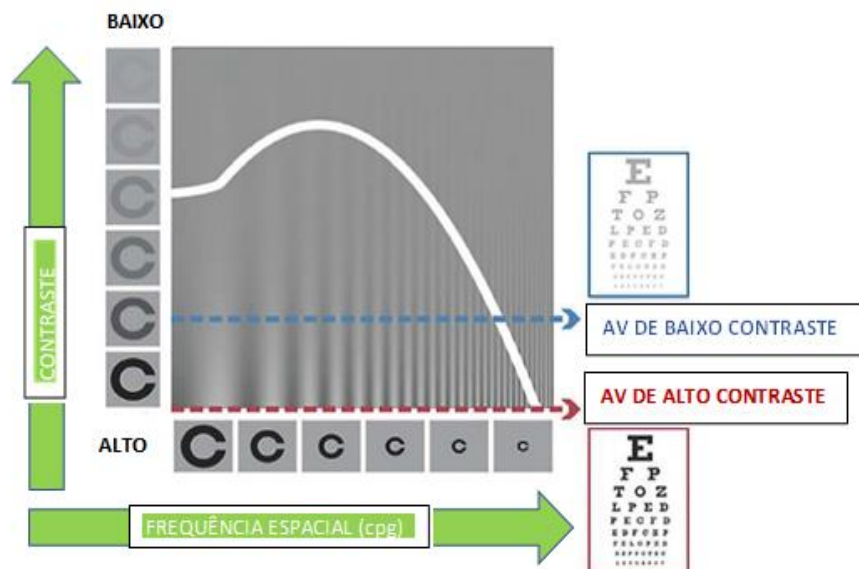
A SC é um aspecto fundamental da visão, pois sua medida fornece informações úteis em relação à função visual, que podem não ser reveladas somente pela medida da AV (SHARON *et al.*, 2006). A SC provê ainda uma descrição mais completa da performance do sistema visual do que a AV (GIBB; GRAY; SCHARFF, 2010).

Certas alterações podem não ser detectáveis apenas com a medida da AV. Por exemplo, indivíduos com degenerações tapetoretinianas podem apresentar AV normal medida pela tabela de Snellen sob boa iluminação, no consultório, e ter grande dificuldade de enxergar sob baixa iluminação e contraste (MOREIRA, 2013). Esse tipo de situação também pode ocorrer, após cirurgia refrativa, na opacificação capsular do cristalino, nas neuropatias ópticas e em diabéticos com pouca ou nenhuma retinopatia de fundo. Quando usado em combinação com a AV, a SC pode ser utilizada para

ajudar a explicar os sintomas de uma visão com qualidade ruim (BEARD; HISLE; AHUMADA, 2002) e pode ajudar a justificar o encaminhamento para cirurgia de um paciente com catarata e com uma AV razoável, por exemplo. Dessa forma, o teste de SC vem sendo proposto como forma de revelar perdas visuais não detectáveis através do teste clássico de AV (CRUZ; MACHADO,1995).

As limitações da acuidade visual no desempenho visual são demonstradas na Figura 4. Observamos que a AV representa apenas um ponto extremo na Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC). Portanto, uma vantagem dos limiares de SC sobre a acuidade visual é que eles descrevem como o olho atua em todos os níveis de contraste e não apenas sob alto contraste.

**Figura 4** - Gráfico comparativo de sensibilidade ao contraste x acuidade visual.



**Fonte:** Hammond *et al* (2018).

O uso da SC em combinação com a AV fornece uma melhor ideia de como está o funcionamento do sistema visual humano e, além disso, pode fornecer medidas mais sensíveis no caso de uma perda visual sutil do que a acuidade visual isoladamente. (ELLIOT; FLANAGAN, 2013).

Assim, percebe-se que a avaliação clássica da AV é restrita, pois analisa, principalmente, a função da área foveal. O exame de SC complementaria a análise da função visual pois abrange o estudo da mácula, perimácula e paramácula (MOREIRA, 2013).

### 2.3 Sensibilidade ao contraste - Aplicabilidade

A habilidade do homem para perceber detalhes dos objetos ou de uma cena visual é determinada basicamente pela capacidade de seus sistemas visuais para distinguir contraste, isto é, diferenças de brilhos de áreas adjacentes (CAMPBELL; MAFFEI, 1974). Os testes de sensibilidades ao contraste propiciam uma melhor descrição das propriedades resolutivas do sistema visual do que aquelas obtidas apenas com a medida da AV. Tais testes buscam avaliar a visão funcional, que reflete a visão nas situações reais, em que temos que perceber imagens de diferentes tamanhos e de diferentes níveis de contraste (Figura 5) (SIEIRO *et al.*, 2016).

**Figura 5** – Imagem mostrando diferentes níveis de contraste: no primeiro plano árvores em alto contraste e no segundo plano os contornos das montanhas em baixo contraste.



**Fonte:** *All About Vision* (2019).

De acordo com Elliot e Flanagan, (2013), a SC fornece informações úteis sobre a visão funcional ou do mundo real que não são fornecidas pela AV, incluindo a probabilidade de queda, controle de equilíbrio, dificuldades na condução de veículos automotores (Figura 6), na leitura e em outras atividades diárias, como descer escadas e caminhar em pisos irregulares, por exemplo (Figura 7)

**Figura 6** – Simulação da visão de pessoa conduzindo veículo com sensibilidade visual ao contraste normal (à esquerda) e com baixa sensibilidade visual ao contraste (à direita).



Fonte: *Meyesight* (2017).

**Figura 7** – Simulação da visão funcional ao descer escadas em pessoa apresentando sensibilidade visual ao contraste normal (à esquerda) e com baixa sensibilidade visual ao contraste (à direita).



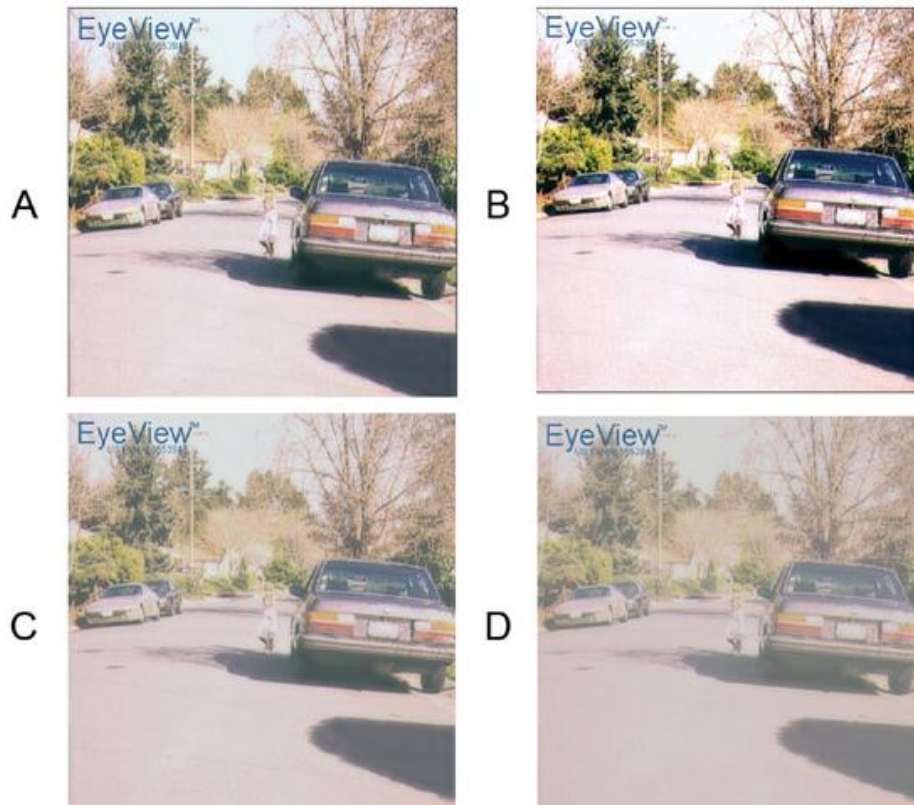
Fonte: SNEC (2019).

Desta forma, os testes de SC são de utilidade na semiologia oftalmológica pois a medida da SC do olho nos fornece uma avaliação mais completa da visão do que simples medida da AV padrão (MILLODOT, 2009, p. 332), apresentando informações sobre a qualidade visual e de vida de um indivíduo (OWSLEY, 2003).

Para exemplificar o impacto da SC na qualidade visual, observa-se na Figura 8, que uma imagem foi processada pelo software de análise de visão funcional *EyeView*. A imagem original é a A. Em B houve incremento de +0,15 unidades log SC,

resultando em aumento do contraste e dos detalhes de A. Em C, a imagem sofreu decréscimo de  $-0,15 \log SC$  em relação a A. Já em D, a imagem criada teve um decréscimo de  $-0,30 \log SC$  em relação a A. Observa-se em D que o contraste e os detalhes estão visualmente mais pobres.

**Figura 8** – Comparação da qualidade da imagem baseada na sensibilidade ao contraste.



Fonte: Ophthalmology Management (2007).

A SC tem ainda a capacidade de detectar sinais precoces de doenças oculares como glaucoma, degeneração macular, catarata (HAYMES *et al.*, 2006), ceratocone, retinopatia diabética, neuropatia óptica (SIEIRO *et al.*, 2016), ambliopia, lesões cerebrais, esclerose múltipla, retinite pigmentosa e retinopatia serosa (BODIS-WOLLNER, 1980). A SC pode estar alterada também após cirurgia refrativa (DENNIS *et al.*, 2004; SIEIRO *et al.*, 2016), inclusive a medida da SC tem sido amplamente utilizada na avaliação pós-operatória desse tipo de cirurgia, pois pode explicar as queixas de dificuldade visual em pessoas que apresentam boa AV (ELLIOT; FLANAGAM, 2007).

A função visual começa a declinar aos 50 anos, então essa idade pode ser usada como a linha divisória entre o limite inferior dos valores normais. Segundo Ordy,

Brizzee e Johnson (1982, apud ELLIOT; SANDERSON; CONKEY, 1990, p 23.), “a diminuição da SC para letras com a idade, pode ser devida ao declínio no processamento cortical, bem como a deterioração relacionada à idade na SC para grades de onda senoidal em frequências espaciais médias e altas”. De acordo com Bodis-Wolner (1980), o aumento da densidade lenticular e a miose senil também contribuem para a diminuição da SC com a idade.

Em seu estudo Li *et al.* (2021), observaram que em adultos chineses com acuidade visual corrigida normal, a idade foi o principal fator associado à função de sensibilidade ao contraste, independente do erro refrativo. Reportaram ainda que o erro refrativo também pode afetar a função de sensibilidade ao contraste, porém os estudos são inconsistentes.

Já Liou e Chiu (2001), encontraram em portadores de miopias severas (maior que -12 dioptrias) a SC significativamente reduzida em todas as frequências espaciais nos indivíduos corrigidos com óculos e redução nas frequências espaciais de 6, 12, 18 ciclos/grau naqueles corrigidos com lentes de contato. Conclui-se que a correção com lente de contato pode reduzir a desfocagem óptica, melhorando a função de sensibilidade ao contraste em altas frequências e que a diminuição da SC em míopes graves pode ser devida à interrupção da função retiniana antes de eventos patológicos da retina.

## **2.4 Sensibilidade ao contraste e pilotos**

Apesar da importância de outras tarefas complexas que o piloto executa, a visão é o único sistema sensorial que é usado em sua plenitude durante o voo. A percepção de alvos visuais parece ser uma das habilidades de combate mais importantes para executar a melhor manobra em um combate aéreo, pois detectar o inimigo primeiro, aumenta a chance de sucesso e sobrevivência em um combate (SWAMY; JOSEPH; ARAVIND; VEVAI, 2002).

A percepção visual equivocada foi identificada como o principal fator que contribuiu para inúmeros acidentes de aviação, resultando em centenas de mortes e grandes perdas de recursos. Apesar dos esforços tecnológicos para remediar esse tipo de problema, acidentes desse tipo continuam a ocorrer (GIBB; GRAY; SCHARFF, 2010).

Estima-se que mais de 80% de todos os acidentes de aviação sejam resultado de erro humano. Visto que a visão é a mais importante sentido que um piloto possui para manter o controle da aeronave, é lógico supor que muitos acidentes estão relacionados à visão. Suspeita-se que a deficiência visual, visibilidade reduzida e ilusões visuais desempenham um papel maior papel em acidentes e incidentes de aviação do que as estatísticas sugerem (NAKAWAGARA, MONTGOMERY; WOOD; p. 1109; 2002).

De acordo com Nakawagara, Montgomery e Wood (2004), em geral, os problemas de visão são responsáveis por mais de 90% das restrições médicas atribuídas a pilotos civis e também são a causa mais comum de negação de certificado médico.

Um dos maiores desafios para estabelecer padrões visuais para pilotos se deve ao fato de que a percepção visual compreende várias funções visuais diferentes. Portanto, entender como um piloto deve estar capacitado visualmente para voar, requer estudos diferentes, examinando a relação entre uma função visual específica e as diferentes tarefas de voo (GIBB; GRAY; SCHARFF, 2010).

Observa-se considerável interesse em testes alternativos que possam fornecer uma métrica mais abrangente e operacionalmente relevante de função visual do que a tradicional medida da AV. Um teste alternativo, amplamente considerado para avaliar a capacidade visual, é a medida da SC (SWAMY; JOSEPH; ARAVIND; VEVAI, 2002).

Por causa da importância da visão na aviação militar, é necessário serem estabelecidos valores de referência de SC para serem utilizados nos exames de inspeção de saúde de pilotos. Para isso, é necessário um entendimento da distribuição de SC dentro de uma população saudável (GRIMSON; SCHALLHORN; KAUPP, 2002).

Desafios operacionais foram identificados principalmente em função das condições ambientais visuais com baixo nível de iluminação e que ocasionam menor contraste do alvo, conhecidas como ambiente visual degradado.

As condições com ambiente visual degradado custaram ao exército americano inúmeras vidas de pilotos, bem como mais de US\$ 1 bilhão em danos às aeronaves de asas rotativas, resultantes de aproximadamente 800 acidentes de classe A (que envolve a perda de uma ou mais vidas com destruição de aeronaves excedendo US\$ 2 milhões) no período de 8 anos de 2002 a 2009 (LATTIMORE, 2017, pg. 234).

Com isso, novas tecnologias de imagem e *cockpit* foram desenvolvidas para compensar as limitações desse tipo de ambiente, objetivando melhorar a consciência

situacional do piloto sob condições adversas. No entanto, isso pode aumentar a carga de trabalho e exigir mudanças nos padrões de visão admissional. Assim, identificar aqueles indivíduos com maior AV e com melhores capacidades de resolução visual seria a solução mais eficaz na obtenção de uma capacidade efetiva do combatente em operações de combate quando sob condições de ambiente visual degradado (LATTIMORE, 2017).

Em seu estudo, Grimsom, Schallhorn e Kaupp (2002) compararam a SC de 107 pilotos estudantes da Marinha com os resultados de militares aeronavegantes e não aeronavegantes da Marinha. Os indivíduos testados foram 40 oficiais instrutores de voo, 35 pilotos experientes, 86 oficiais de voo, 175 tripulantes saudáveis e um grupo controle de 185 militares que foram testados antes de realizarem cirurgia refrativa. O instrumento utilizado foi o *Small Letter Contrast Test* (SLCT). Os dados coletados serviram para conhecer as características demográficas e os valores normativos da SC medida com o SLCT. Os pilotos estudantes navais obtiveram uma pontuação significativamente melhor do que a população controle: 95% dos pilotos tiveram pelo menos 0,81 log SC e 95% dos não-pilotos tiveram pelo menos 0,62 log SC. Dessa forma, o SLCT se mostrou útil como potencial dispositivo de triagem para exames de seleção e avaliação de candidatos para ocupações que exigem habilidades visuais únicas, como aviação, por ser fácil e rápido de ser administrado, além de ser portátil.

Outro estudo realizado por Oen, Lim e Chung (1994), em uma amostra de 807 funcionários da Força Aérea de Cingapura, num total de 1.612 olhos (dois olhos doentes foram excluídos), produziu uma amostra de curva de SC com base na população local. Eles observaram que, mesmo com a correção óptica, os olhos míopes, em especial os altos míopes, apresentaram SC menor nas frequências espaciais mais altas comparados aos indivíduos emetropes e os pilotos obtiveram melhores resultados em seus testes que a população de solo. Outro fato observado, é que as mulheres apresentaram menor SC espacial em relação aos homens. A idade foi associada a menor SC em frequências mais baixas. Observou-se diferença de SC entre raças: os chineses apresentaram menor SC que outras raças como malaios e indianos. Os resultados evidenciam a necessidade de estabelecer normogramas baseados na população local.

De acordo com Levy e Glovinsky (1997), a taxa de adaptação ao escuro, a sensibilidade retiniana escotópica e a SC sob condições mesópicas são diretamente relacionados com a capacidade de identificar alvos militares à noite. Esses parâmetros

podem ser usados para selecionar pessoal para tarefas militares que exijam excelente visão noturna. Para avaliar a estabilidade dos testes de visão noturna, os autores realizaram um estudo envolvendo 16 homens voluntários saudáveis (média de 25 anos), sendo a maioria emétrepe. Esses indivíduos realizaram três testes: de adaptação ao escuro, de limiar de retina escotópica e de SC mesópico à frequência espacial de 1,5-12 ciclos por grau (cpg). As medidas foram realizadas em intervalos de 2 semanas durante o período de 6 semanas de duração da pesquisa. Este estudo mostrou que a reprodutibilidade do limiar de retina escotópico é alta e que a reprodutibilidade da SC mesópica é razoável. Já a reprodutibilidade do teste de adaptação ao escuro foi pobre. De acordo com o resultado dos testes, a avaliação da capacidade de visão noturna em pilotos e militares pode ser baseado na sensibilidade retiniana escotópica (após 30 min de adaptação ao escuro) e na SC sob condições mesópicas.

A detecção visual de aeronaves é um elemento importante da segurança da aviação. As colisões no ar permanecem um problema sério para as pequenas aeronaves na aviação geral. A detecção visual de aeronaves também é crucial em operações militares. No espaço aéreo americano, os Regulamentos Federais de Aviação exigem que pilotos em condições meteorológicas de voo visual (VMC) devam perceber e evitar outras aeronaves a fim de garantir uma separação segura (WATSON; RAMIREZ; SALUD, 2009). As VMC são condições meteorológicas iguais ou superiores aos mínimos estabelecidos para voar segundo as regras do voo visual (ANAC, 2008).

Na seleção inicial de candidatos a pilotos, o exame refracional é realizado sob cicloplegia. Para fins de prover informações sobre a aplicação de testes de SC em candidatos a pilotos, Bachman e Egenmaier (1991) avaliaram 106 candidatos (sendo 4 mulheres) a pilotos de asas rotativas no aparelho *Vistech* VCTS. Primeiramente, fizeram o teste de SC sem uso do colírio ciclopégico. Depois utilizaram o colírio Ciclopentolato 1% para induzir a cicloplegia. Após 30 minutos da administração desse colírio, era realizada a refração e a correção óptica encontrada era colocada em armações de prova para proceder à realização do teste de SC. O resultado do estudo indicou uma redução maior que 20% na SC após a cicloplegia, indicando que o teste de SC deve ser obtido antes da cicloplegia nos exames iniciais de pilotos.

No estudo realizado por Ginsburg e colaboradores (1982), 11 pilotos tiveram avaliadas a medida da AV e da SC. Os autores concluíram que a SC é superior às

medidas tradicionais de AV para prever a habilidade de detecção de pequenos alvos ar-solo em um simulador de aeronave. Portanto, a SC tem implicação no desempenho visual em ambientes operacionais e essa sensibilidade visual está relacionada com detecção e reconhecimento de alvos.

A qualidade óptica é o principal critério para todos os padrões visuais presentes em todas as principais forças aéreas no mundo. Uma boa sensibilidade visual ao contraste é frequentemente descrita como uma capacidade visual importante para o sucesso como um aviador militar e, por isso, pode ser sugerida como um padrão físico para seleção de pessoal. Portanto, baseado em dados normativos, o teste de SC poderia ser usado como uma ferramenta na avaliação oftalmológica de pilotos (SWAMY; JOSEPH; ARAVIND; VEVAI, 2002).

No contexto da aviação, outra condição que pode alterar a SC é a hipóxia de alta altitude, a qual pode transitoriamente diminuir a SC como resultado de perturbação cerebral ou retiniana. A visão de SC em pilotos sob condições de hipóxia hipobárica foi avaliada por Pescosolido, Barbato e Blasio (2015). Os autores estudaram doze pilotos jovens, saudáveis e emétopes, que tinham sido designados para a 14ª tripulação do *Wing* baseada em *Pratica di Mare AFB* (Roma, Itália). Esses pilotos foram avaliados quanto a alterações ocorridas na espessura corneana central, medida por paquímetro ultrassônico portátil. Foram avaliados também quanto à SC em condições basais, durante a modificação da pressão atmosférica e da pressão parcial de oxigênio através da leitura da Tabela de Pelli-Robson. Sob condições de hipóxia hipobárica, houve aumento da espessura corneana central de 550  $\mu\text{m}$  para 600  $\mu\text{m}$  e redução da SC de 1,95 log para 1,05 log, demonstrando um resultado estatisticamente significativo. Esse estudo demonstrou que a hipóxia e variações da pressão atmosférica podem produzir edema corneano, com aumento na espessura corneana e redução de SC. A explicação para tal fato é que o tecido da córnea tem uma alta taxa metabólica e requer um grande suprimento de oxigênio. A redução no fornecimento de oxigênio em condições hipobáricas é responsável pelo início do edema da córnea. O primeiro tecido afetado pela redução de oxigênio é o tecido nervoso, especialmente o cérebro e os sistemas auditivo e visual. Uma oferta reduzida de oxigênio para o cérebro geralmente provoca um estreitamento de campo visual, redução da visão central, percepção de cor alterada e redução na SC. A conclusão desse estudo é que a hipóxia hipobárica afeta a SC e isso pode representar um risco

para o desempenho dos pilotos de aeronaves a jato, por influenciar no desempenho visual que é um requisito essencial para esta classe.

## **2.5 Sensibilidade ao contraste e cirurgia refrativa no contexto da aviação**

“A cirurgia refrativa compreende os procedimentos cirúrgicos que têm por finalidade diminuir e, se possível eliminar os erros de refração” (BECHARA *et al.*, 2009, p.17). Dessa forma, a cirurgia refrativa oferece alguma vantagem em situações operacionais de aviação por diminuir a dependência das lentes corretoras. A procura por esse tipo de procedimento vem aumentando ao longo dos anos devido à repercussão dos seus resultados positivos, ao aumento da acessibilidade a este procedimento e à melhora dos seus níveis de segurança e eficácia, tornando essa cirurgia mais previsível e confiável, porém não isenta de riscos e complicações.

Dentre os procedimentos refrativos a laser, a *Photorefractive Keratectomy* ou Ceratectomia Fotorrefrativa (PRK) é realizada através da remoção do epitélio corneano e da fotoablação das camadas de Bowman e estroma anterior da córnea. A resposta cicatricial após a cirurgia é bastante intensa e pode resultar em hiper ou hipocorreção, regressão de efeito refrativo e, principalmente, opacificação corneana (*haze* corneano). (BECHARA *et al.*, 2009). A ocorrência de *haze* corneano pode causar diminuição da acuidade visual e alterações da visão noturna, causando assim efeito adverso sobre o desempenho no voo. Fatores como exposição a raios ultravioleta (UV), profundidade de ablação e inflamação são fatores de risco conhecidos (PANDAY; REILLY, 2009). Como vantagem desta técnica estão a maior estabilidade biomecânica, por não envolver cortes, e a possibilidade de realizar a cirurgia em córneas mais finas.

O *Laser in situ Keratomileusis* (LASIK) é aplicado nas camadas intermediárias da córnea (ablação intra-estromal) após a confecção de um retalho de tecido corneano (“flap”) confeccionado através de um microcerátomo ou do Laser Femto o qual será reposicionado sobre a área tratada imediatamente após a aplicação do laser. Anormalidades na visão noturna, incluindo perda de contraste, “glare” e visão de halos podem ocorrer. Entre 1 e 3% dos pacientes perdem duas ou mais linhas de sua melhor visão em um teste de tabelas após LASIK. Nos primeiros 6 meses poderá haver flutuação da visão, bem como maior incidência de ressecamento ocular decorrente de danos aos nervos corneanos. (GRADWELL; RAINFORD, 2016). Pode resultar ainda

em instabilidade biomecânica relacionados à confecção do *flap*. Essa mudança na córnea é o fator predominante na limitação do desempenho visual nesse tipo de cirurgia. Quanto menor o contraste do objeto e quanto maior a pupila, mais significativa é a redução no desempenho visual. Para algumas tarefas em condições de redução de contraste e baixos níveis de luz ou ocupações militares, essas mudanças na função visual induzidas pelo LASIK podem ser importantes (HOLLADAY; DUDEJA; CHANG, 1999). Como vantagem, este procedimento apresenta menor desconforto pós-operatório, recuperação visual mais rápida e uma incidência mais baixa de *haze* corneano.

Uma desvantagem potencial das técnicas de correção da visão a laser é a perda potencial de uma ou duas linhas no gráfico de visão da melhor acuidade visual corrigida. Outra desvantagem é a possibilidade de diminuição da visão noturna. Estudos preliminares realizados na Grã-Bretanha indicam que 30-60% dos indivíduos com miopia moderada a grave tiveram uma diminuição significativa da visão noturna após a cirurgia, que é avaliada através de testes de SC (AVIATION MEDICINE ADVISORY SERVICE-AMAS, 2020).

Pilotos têm maiores demandas visuais do que outros membros de qualquer força aérea, por isso, queixas de qualidade de visão, como brilho, halos ou uma diminuição na SC são críticas nesta população (PANDAY; REILLY, 2009). Os pilotos militares devem atender a rigorosos padrões de visão, portanto, a má qualidade dos resultados visuais após uma cirurgia, como a redução da SC ou a diminuição do desempenho de baixa luminosidade continua sendo uma preocupação operacional devido à potencial degradação de desempenho de voo (DAVIS *et al.*, 2010). A realização de cirurgia refrativa expõe o candidato a riscos importantes do ponto de vista da aviação como: perda de AV, hipocorreção ou hipercorreção, flutuação na visão em diferentes momentos do dia, efeitos de brilho, "halo" ou "fantasmas", fotofobia, *haze* corneano, perda de sensibilidade ao contraste (ICAO, 2012). O risco de complicações graves para a visão é relativamente baixo, porém, caso estas ocorram, podem ter efeitos catastróficos, especialmente no ambiente de aviação militar, que exige níveis elevados de acurácia visual para o bom cumprimento da missão. Os procedimentos cirúrgicos refrativos podem diminuir a visão de SC e os testes de AV tradicionais não revelarão esse prejuízo da sensibilidade ao baixo contraste (ICAO, 2012).

Em outubro de 1998, a Força Aérea americana (USAF) endossou um estudo clínico longitudinal para avaliação dos efeitos a longo prazo do PRK no desempenho visual. Foi escolhida a PRK em vez do LASIK devido à possibilidade de deslocamento do retalho de tecido corneano nesse tipo de cirurgia. O estudo incluiu cinco grupos de vinte pessoas, sendo que três grupos participaram de testes especializados adicionais representando o efeito de diferentes condições de voo na função visual. Estes grupos incluíram um grupo de estudo sobre efeitos da altitude pós PRK, um grupo para avaliar os efeitos da força G sobre os olhos tratados com PRK e um grupo que participou de testes visuais em ambientes de *cockpit* simulados. Richard J. Dennis e colaboradores (2004) conduziram a avaliação clínica a longo prazo desse último grupo que era formado por vinte membros da ativa não pilotos da Força Aérea dos EUA. O desempenho visual foi medido no início e aos seis, doze e vinte e quatro meses após o PRK. A SC e a AV foram coletados usando o Teste de Acuidade e Contraste de Freiburg. O resultado do estudo mostrou que o PRK não pareceu afetar a AV, porém evidenciou uma queda significativa no desempenho de SC após o PRK. Alguns pesquisadores relataram que o PRK pode agravar aberrações ópticas de ordem superior na córnea e isso pode ter sido um fato nesse estudo. Tais mudanças na SC após a cirurgia PRK podem representar um verdadeiro declínio no desempenho visual, de acordo com os autores do estudo (DENNIS *et al.*, 2004).

Um outro estudo avaliou 24 indivíduos da Força Aérea de Taiwan com o objetivo de verificar o desempenho visual em olhos submetidos à cirurgia LASIK em ambiente hipóxico e mesópico. O desempenho visual foi avaliado usando o Estudo precoce de Retinopatia Diabética e o Teste de Contraste de Acuidade Funcional antes e depois da cirurgia. Os parâmetros fisiológicos de todos os sujeitos foram medidos e registrados ao longo do experimento. Sob condições normóxicas, não houve diferença significativa em relação à visão para longe em ambientes fotópicos e mesópicos, assim como para visão de perto. Como um todo, a SC do grupo LASIK foi menor do que a do grupo controle em torno de 35% sob condições de hipóxia, fotópicas ou mesópicas. Sob condições normóxicas, a acomodação medida do grupo LASIK foi 21% menor do que a do grupo controle e 31% reduzida em circunstâncias hipóxicas. Observou-se que não houve diferença significativa da AV entre os dois grupos em relação ao ambiente hipóxico e mesópico, mas a SC reduzida foi significativamente menor no grupo que realizou LASIK em comparação com aqueles do grupo controle (LIN, 2018).

Van de Pol e colaboradores (2007) fizeram uma avaliação prospectiva de vinte pilotos de helicópteros Black Hawk no pré-operatório e com um semana, um mês e seis meses de pós-operatório para avaliar tanto PRK quanto LASIK. Dos vinte pilotos, dezenove retornaram à atividade aérea em um mês após a cirurgia e um que realizou PRK teve seu retorno adiado por *haze* corneano e sintomas visuais. Os resultados indicaram uma recuperação mais rápida em termos de recuperação visual e nível geral de desempenho visual após LASIK, sem diferença entre os procedimentos em um e seis meses. A AV de alto contraste foi menos sensível do que SC a mudanças no desempenho visual, no período de recuperação após cirurgia refrativa, como evidenciado pelo número de pilotos que estavam nos padrões de AV, mas estavam fora dos limites esperados de SC após a cirurgia. O estudo evidenciou que as métricas atuais de AV podem não ser suficientes para um retorno seguro à atividade aérea para todos os pilotos.

A SC diminuída pode estar associada à diminuição no desempenho sob as condições de baixa luminosidade. Os testes de contraste são mais sensíveis aos efeitos da intervenção cirúrgica e podem ser considerados como um melhor indicador de recuperação para retornar ao status do voo, conforme mencionado por Van de Pol e colaboradores (2007, p.552):

Atualmente todos os três serviços e agências governamentais de aviação em um número de países está avaliando métodos melhorados para avaliar a qualidade de visão, incluindo melhores medidas de desempenho visual, medidas objetivas de óptica ocular e melhores métodos de avaliação de tarefas de voo visual como métricas para determinar a adequação para o retorno ao status de voo após cirurgia refrativa ou outras condições oculares. Em última análise, um teste clínico de desempenho visual após a cirurgia, a acuidade visual de baixo contraste ou sensibilidade ao contraste e uma avaliação da aptidão visual será útil para determinar quando um piloto pode retornar com segurança ao voo.

PRK e LASIK guiados por *wave front* são considerados seguros para a tripulação USAF, com um retorno às funções de voo ocorrendo após três a seis meses da cirurgia, quando demonstrar estabilidade refrativa (GRADWELL; RAINFORD, 2016). De acordo com Stodola (2016), os pilotos americanos estão autorizados a realizar procedimentos refrativos, como *Ceratomileuse in situ* (LASIK) e *Ceratectomia Fotorrefrativa* ou *Photorefractive Keratectomy* (PRK). Tais pilotos, no entanto, perdem sua licença para voo no momento da cirurgia, ficando afastados até demonstrar que sua visão é adequada para poderem retornar à atividade aérea, inclusive tendo como

requisito a realização de testes de sensibilidade ao contraste. Os padrões médicos da aviação civil do Canadá estão descritos no Manual para examinadores médicos da aviação civil (TP 13312), o qual contém os requisitos para certificação médica após cirurgia refrativa. Nesses casos é necessário a apresentação de relatório oftalmológico com informações que incluem a sensibilidade ao contraste (TRANSPORT CANADA, 2019).

A *Civil Aviation Authority of United Kingdom* (CAA-UK) é a corporação estatutária que supervisiona e regula todos os aspectos da aviação civil do Reino Unido. Em suas regras de implementação de meios de conformidade aceitáveis para condições visuais está descrito que é necessário um exame oftalmológico completo feito por oftalmologista no exame inicial de pilotos de 1ª classe. Tal exame oftalmológico deve incluir testes de AV, motilidade ocular, visão binocular, campo visual, tonometria, exame refracional, visão de cores e a avaliação da sensibilidade ao contraste mesópico. Em relação à cirurgia refrativa, a restauração ao status de voo antes de 6 meses (mas não com menos de 3 meses) será avaliada por médico oftalmologista se houver um resultado cirúrgico satisfatório e estável, além da sensibilidade ao contraste normal (CAA, 2015).

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).

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, 2020a). Também no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 67, Emenda 04, que trata dos Requisitos para Concessão de Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) de pilotos civis, consta a seguinte recomendação:

O candidato que tenha sido submetido a cirurgia refrativa pode ser julgado apto desde que tenha mais de 6 (seis) meses de operado e providencie, por conta própria e caso seja solicitado pelo examinador ou pela ANAC, teste de ofuscamento e de sensibilidade ao contraste. Estes testes devem estar dentro dos limites da normalidade (ANAC, 2020b, pg. 28, 41 e 61).

Logo, percebe-se a existência de preocupação dos órgãos governamentais a respeito da importância da sensibilidade ao contraste no contexto da aviação. Pelo exposto, é necessário que haja uma maior vigilância clínica nos pilotos da FAB e também nos candidatos a aviadores que foram submetidos a cirurgia refrativa recentemente. Dessa forma, o teste de sensibilidade ao contraste se apresenta como uma ferramenta capaz de avaliar de forma qualitativa a visão desses indivíduos, contribuindo assim para aumentar a segurança do exercício da atividade aérea.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo de estudo**

Trata-se de um estudo transversal, exploratório e descritivo, com amostra não randômica.

#### **3.2 Amostra**

De acordo com os dados fornecidos pelo CEMAL, em 2019 foram realizadas 440 inspeções de saúde em pilotos nesse Centro Pericial. Destes, foram avaliados sessenta pilotos (sexo masculino= 58 indivíduos; sexo feminino=02 indivíduos) no período de agosto de 2019 a dezembro de 2019. Como grupo controle, foram avaliados trinta e um aeronavegantes não pilotos (sexo masculino=28 indivíduos; sexo feminino=03 indivíduos).

Por seu número reduzido, as mulheres não foram incluídas no grupo de estudo para não gerar vieses estatísticos; porém, seus resultados foram listados nos Apêndices A e B deste trabalho.

Todos os participantes foram alocados pelo critério de acessibilidade, mediante convite para participarem do estudo.

A escolha dos aeronavegantes não pilotos para constituir o grupo controle baseou-se nas similaridades dos aspectos oftalmológicos observados nas inspeções de ambos grupo como, por exemplo, a necessidade de ter estereopsia e visão de cores normal, além do fato de ambos, pilotos e aeronavegantes não pilotos, constituírem parte da tripulação de voo.

#### **3.3 Critérios de inclusão**

Foram selecionados para participar do estudo, pilotos da FAB, do sexo masculino, da ativa, independentemente do tipo de aeronave que pilotavam, na faixa etária de 20 a 50 anos.

Para o grupo controle, foram selecionados aeronavegantes não pilotos, de diversas especialidades, com características de sexo e idade semelhantes às do grupo de pilotos.

Todos os participantes assinaram, voluntariamente, o TCLE (Apêndice C).

### **3.4 Critérios de exclusão**

As militares do sexo feminino foram excluídas deste estudo, pois, no período da pesquisa, foram avaliadas apenas 02 mulheres do quadro QOAv e esse número reduzido, além de não ser uma amostra representativa, poderia gerar vieses. Os resultados obtidos estão descritos nos Apêndices A e B.

### **3.5 Local de realização da pesquisa e da coleta de dados**

A pesquisa foi desenvolvida na Seção de Oftalmologia do CEMAL. Ressalta-se que militares devem se submeter, anualmente, às inspeções de saúde periódicas que são realizadas neste Centro Pericial.

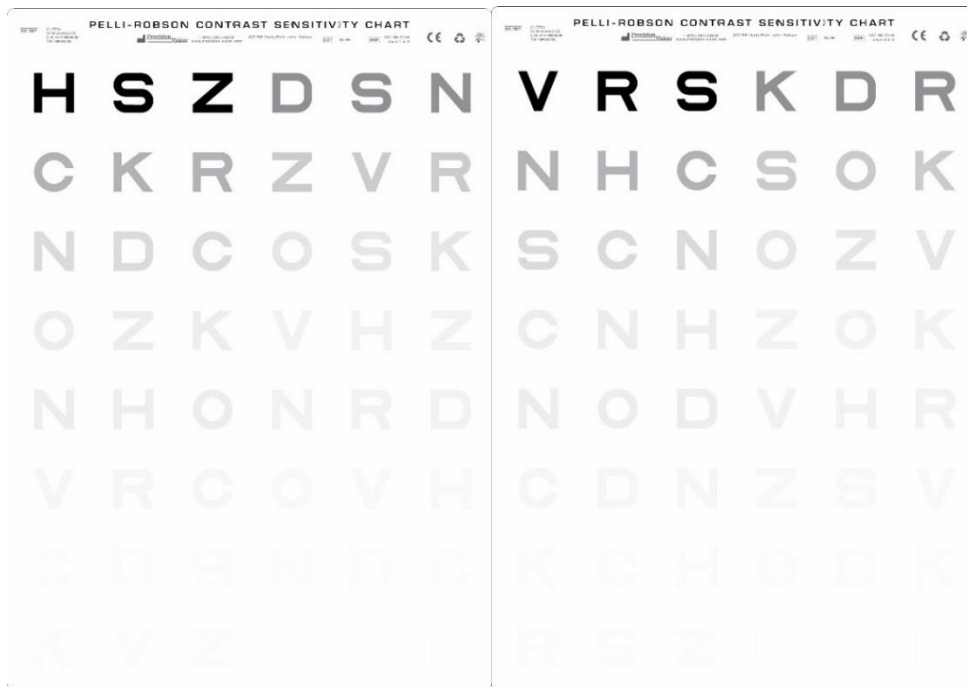
### **3.6 Instrumento de coleta de dados**

Para atender aos objetivos dessa pesquisa, foram aplicados dois instrumentos de coleta de dados: a tabela de Pelli- Robson e questionários.

#### **3.6.1 Instrumento de avaliação: A Tabela de Pelli-Robson**

O teste de SC de Pelli-Robson (Clement Clarke International Ltda.) é um teste que fornece de forma simples e rápida uma medida confiável da SC de baixa frequência espacial (0,50 a 1 ciclo/ grau) (ELLIOT; FLANAGAN, 2013). Constitui-se de um par de tabelas para fixação em uma parede, medindo 83,8 x 56,7 cm (Figura 9). Existem diferentes conjuntos de letras em cada uma das tabelas, cada uma compreendendo oito linhas de cartas, mostrando 16 trios de letras do tipo Sloan de tamanho constante (4,9 X 4,9 cm). 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. 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; ROBSON; WILKINS, 1988).


**Figura 9 - Tabelas de Pelli-Robson**



**Fonte:** Precision Vision (2019).

O fabricante recomenda a aplicação do teste a uma distância 1 metro, com uma luminância de  $85 \text{ cd/m}^2$  ( intervalo aceito é de 60 a  $120 \text{ cd/m}^2$ ) que corresponde a uma iluminação de 240-480 lumens. O valor de SC logarítmico do triplete de caracteres de que as duas letras são corretamente vistas é marcado como o resultado (MÄNTYJÄRVI; LAITINEN, 2001). As pontuações na tabela Pelli-Robson podem variar de 0 a 2,25, correspondendo à sensibilidade do contraste do registro encontrada no conjunto de três letras (Figura 10). O escore Pelli-Robson fornece uma estimativa do pico da função de SC.

**Figura 10** - Exemplo de medida de SC na Tabela de Pelli-Robson.



		<b>PELLI-ROBSON</b>		
0.00	HSZ	DSN	0.15	
0.30	CKR	ZVR	0.45	
0.60	<b>NDC</b>	OSK	0.75	
0.90	OZK	VHZ	1.05	
1.20	NHO	NRD	1.35	
1.50	VRC	OVH	1.65	
1.80	CDS	NDC	1.95	
2.10	KVZ	OHR	2.25	

Fonte: Oliveira *et al* (p. 440, 2005)

Se a acuidade visual de alto contraste for usada para avaliar a extremidade de alta frequência espacial da curva SC, uma combinação de SC Pelli - Robson e AV fornecerá uma indicação da curva de SC (ELLIOT; FLANAGAN, 2013).

O gráfico de Pelli-Robson é ideal para determinar a perda de visão funcional em pacientes com baixa visão, como por exemplo com catarata; para triar perda de frequência espacial baixa em pacientes com neurite óptica, esclerose múltipla ou lesões da via visual; para examinar diabéticos com pouca ou nenhuma retinopatia de fundo e pacientes com doença de Parkinson ou Alzheimer (ELLIOT; FLANAGAN, 2013).

O teste de sensibilidade ao contraste de Pelli-Robson foi escolhido para este estudo por ser de aplicação rápida, confiável, ter um custo mais baixo que os métodos computadorizados, não requerer calibração e ter boa reprodutibilidade.

A boa confiabilidade teste-reteste do gráfico, imunidade relativa de diferentes condições de teste, brevidade (OWSLEY, 2003), facilidade de aplicação e bom custo-benefício (PESCOSOLIDO; BARBATO; BLASIO, 2015) torna sua escolha frequente para estudos epidemiológicos. O gráfico de contraste Pelli-Robson foi usado em muitos estudos de pesquisa clínica e é usado como método de referência porque provou ser um teste com boa confiabilidade (BUHREN *et al.*, 2006).

Como desvantagem, a tabela de Pelli-Robson é grande e deve ser montada na parede à distância de 1 metro. Apenas duas versões do gráfico estão disponíveis, o que significa que seu uso é limitado quando medidas repetidas de SC são necessárias

(THAYAPARAN; CROSSLAND; RUBIN, 2007). Outras limitações a serem consideradas incluem iluminação de fundo desigual, reflexos de superfície e desbotamento da impressão dos gráficos (BALCER *et al.*, 2017).

Não há descrição de valores normativos para interpretação deste exame no Manual da Tabela de Pelli- Robson. Desta forma, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para definição dos valores da normalidade para este instrumento de avaliação.

Em seu trabalho sobre 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: No grupo de 6-19 anos foi de 1,73 (OD), 1,75 (OE) e 1,92 (AO); no grupo de 20-29 anos foi de 1,84 (OD), 1,79 (OE) e 1,96 (AO); no grupo de 30-39 foi de 1,84 (OD), 1,83 (OE) e 1,99 (AO) e no grupo de 40-49 anos de 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).

Num estudo envolvendo pacientes normais, Elliott e Whitaker (1992) indicaram valores de normalidade com uso da tabela Pelli-Robson, de 1,65 para a faixa etária de 20 a 50 anos e de 1,50 para indivíduos com mais de 50 anos de idade. Já de acordo com o livro de Elliot 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).

Sushma (2016) descreve como parâmetros de normalidade na interpretação do teste de SC de Pelli Robson que na faixa etária de 20-50 anos, a medida monocular deve ser de 1,80 log SC. Já na idade menor que 20 anos e maior que 50 anos deve ser 1,65 log SC. Se os valores monoculares forem iguais, a medida binocular deve ser 0,05 unidades log a mais do que o valor monocular.

Por suas similaridades com a faixa etária estudada neste trabalho e de acordo com os estudos mais recentes, 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.

Pelo fato de não haver nenhum teste de sensibilidade ao contraste no CEMAL, pois este não é utilizado na avaliação oftalmológica nas inspeções de saúde da FAB, a Tabela de Pelli-Robson foi adquirida pela pesquisadora, por meios próprios, sem qualquer financiamento, diretamente da *Precision Vision* (EUA) .

### 3.6.2 Questionário

Foram utilizados dois questionários, sendo um com dezesseis questões para aplicação em pilotos (Apêndice D) e outro com catorze questões para aplicação em aeronavegantes não pilotos (Apêndice E).

Os questionários foram elaborados para atender aos propósitos da pesquisa, 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.

## 3.7 Coleta de dados

Ao realizar o exame oftalmológico durante a inspeção de saúde, o militar que se enquadrasse nos critérios de participação do estudo era abordado e informado sobre a proposta da pesquisa e sua relevância. Após esclarecidas as dúvidas, assinava um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice C). Em seguida, era realizado o Teste de Sensibilidade ao Contraste utilizando a Tabela de Pelli-Robson.

O teste de SC era realizado em uma sala reservada para tal finalidade, medindo 2,25 m x 3,50 m localizada na Seção de Oftalmologia do CEMAL (Figura 11), em condições fotópicas, sendo a tabela iluminada com o cuidado de se evitar reflexos. A iluminância era constante e controlada, sendo de 340 lux no centro da tabela, correspondendo a 85cd/m<sup>2</sup>, de acordo com as recomendações do fornecedor. A iluminância foi testada com um luxímetro calibrado e certificado (MIm-1001 Minipa).

Todos os testes foram feitos sob condições de pupila natural, ou seja, sem a utilização de colírios ciclopégicos.

Os indivíduos que utilizavam lentes corretoras realizavam previamente a refração computadorizada no Autorefrator Topcon KR-8000 e utilizavam sua correção óptica habitual para o exame.

**Figura 11** – Sala de aplicação do Teste de SC de Pelli- Robson no CEMAL



**Fonte:** O autor.

O sujeito a ser examinado realizava o teste assentado e a tabela de Pelli-Robson lhe era apresentada à uma distância de um metro. Cada olho era examinado separadamente (medida monocular), sempre começando pelo olho direito, seguido do olho esquerdo e, na sequência, realizava-se o exame binocular, ou seja com os dois olhos abertos simultaneamente. Neste procedimento, ao ter um dos olhos ocluído pela examinadora, o indivíduo procedia a leitura em voz alta das letras, iniciando o teste pelas letras de mais alto contraste até as de mais baixo contraste que conseguia identificar. A pontuação do teste era registrada quando se atingia a leitura de, pelo menos, duas letras do trio com menor contraste corretamente vistas. O resultado era dado pelo Log de Sensibilidade ao Contraste (log SC). Para o escore de SC foi utilizada uma folha de pontuação padronizada (Anexo A) que acompanha a Tabela

Considerando que o teste não faz parte da rotina de avaliação das inspeções de saúde da FAB, o participante era imediatamente informado sobre o resultado obtido.

Após a realização do teste de SC, o militar preenchia de próprio punho o questionário (Apêndice D ou E).

Cabe ressaltar que todo o procedimento da coleta de dados, exame oftalmológico, abordagem, realização do teste de SC e aplicação de questionário foram realizados exclusivamente pela autora que é médica do quadro de oficiais da ativa da Aeronáutica, com residência médica e título de especialista em Oftalmologia pelo Conselho Brasileiro de Oftalmologia.

### **3.8 Análise estatística**

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva dos dados, de modo que foram obtidos os valores absolutos e percentuais para as variáveis categóricas e medidas estatísticas de descrição para as variáveis quantitativas.

Após a análise descritiva dos dados, com o intuito de verificar se as variáveis quantitativas seguiam uma distribuição normal de probabilidade, foi executado o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*.

Tendo em vista os resultados dos testes de normalidade, procedeu-se com a realização dos testes estatísticos de comparação e associação entre as variáveis, além da avaliação de correlação. Nesse sentido, foram utilizados os testes não paramétricos de *Mann-Whitney* e de *Kruskal-Wallis*, além de testes baseados na estatística qui-quadrado e o coeficiente de correlação de *Spearman*. Foram incluídos também o teste do poder, a posteriori, e avaliação do erro amostral inerente à amostra coletada.

Nas análises adotou-se o nível de significância de  $p \leq 0,05$ . Os dados foram analisados pelo *Software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows*.

### **3.9 Comprovação de submissão ao Comitê de Ética**

A referida pesquisa obteve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Força Aérea do Galeão (CAAE 15796719.0.0000.5250). Parecer: 3.476.886 de 30/07/2019). A referida aprovação se encontra no Anexo B deste trabalho.

## 4 RESULTADOS

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

No que se refere ao posto dos pilotos, foram avaliados 01 cadete (1,72%), 11 Tenentes (18,96%), 23 capitães (39,65%), 10 Majores (17,24%), 08 Tenentes-Coronéis (13,79%) e 05 coronéis (8,62%). Entre os aeronavegantes não pilotos, foram avaliados 25 (89,28%) militares do Quadro de Suboficiais e Sargentos (QSS), 01 (3,57%) militar do Quadro de Oficiais Convocados (QOCON) e 02 (7,14%) do Quadro de Oficiais Médicos (QOMED). As especialidades avaliadas do QSS foram: 04 Comunicações (BCO), 01 Controlador de Tráfego Aéreo (BCT), 01 Eletricidade e Instrumentos (BEI), 01 Estrutura e Pintura (BEP), 01 Equipamento de Voo (BEV), 10 Mecânica de Aeronaves (BMA), 03 Material Bélico (BMB) e 04 Enfermagem (SEF).

A Tabela 1 apresenta a média e o desvio padrão das características antropométricas e do tempo de serviço da amostra. Observa-se que a média do IMC nos dois grupos classifica a ambos na categoria de sobrepeso (IMC >25).

**Tabela 1-** Características antropométricas e tempo de serviço da amostra de pilotos e aeronavegantes não pilotos do sexo masculino (média, desvio padrão, valores mínimos e máximos).

Característica	Pilotos (n=58)			Aeronavegantes não pilotos (n=28)		
	Média±DP	V Min	V Max	Média±DP	V Min	V Max
<b>Idade (anos)</b>	34,5 ± 5,77	22	49	35,14±7,2	21	49
<b>Massa corporal (Kg)</b>	83,63 ±10,58	62	110	85,75±12,00	62	120
<b>Estatura (m)</b>	1,76±0,058	1,65	1,92	1,76±0,078	1,63	2,00
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	26,7±2,99	20,95	35,67	27,68±3,12	21,71	33,70
<b>Tempo de serviço (anos)</b>	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.

Não foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os grupos em relação à todas as variáveis antropométricas consideradas.

Sobre a etnia, a maioria dos pilotos se autodeclarou branco (72,41%, n=42), 18,96% pardos (n=11) e 8,62% negro (n=5). No grupo de aeronavegantes não pilotos, 46,43% (n= 13), 46,43% (n= 13) e 7,14% (n= 2) se autodeclararam brancos, pardos e negros, respectivamente.

Em relação à faixa etária, o grupo de pilotos apresentou 53,57% de indivíduos com menos de 35 anos e 46,43 % com 35 anos ou mais. O grupo de aeronavegantes não pilotos apresentou a proporção de 55,17% de indivíduos com idade menor que 35 anos e 44,83% com idade maior ou igual a 35 anos.

Por meio dos questionários, pilotos relataram média de 2004,3 horas de voo, com um tempo mínimo de 42 horas e tempo máximo de 4800 horas de voo.

As doenças crônicas autorrelatadas no grupo de pilotos foram: 01 (um) caso de soropositividade para HIV (1,72%) e 01 (um) caso de arritmia cardíaca (1,72%). O mesmo levantamento para o grupo de aeronavegantes não pilotos revelou dois casos de hipertensão arterial sistêmica (7,14%) e um caso de associação de hipertensão arterial sistêmica e diabetes mellitus (3,57%).

As Tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, as patologias oculares autorrelatadas e os erros refrativos manifestos, por número de olhos. No grupo de pilotos, tivemos 4 olhos (3,44%) com diagnóstico de glaucoma e no grupo de aeronavegantes não pilotos 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 pilotos e aeronavegantes não pilotos (por número de olhos afetados).

<b>Patologia Ocular</b>	<b>Pilotos (n=116 olhos)</b>	<b>Aeronavegantes não pilotos (n=56 olhos)</b>
<b>Descolamento Posterior de Vítreo</b>	2 (1,72%)	0
<b>Distrofia de Córnea (Guttata)</b>	2 (1,72%)	0
<b>Glaucoma</b>	4 (3,44%)	0
<b>Pseudofacia</b>	1 (0,86%)	0
<b>Pterígio</b>	0	3 (5,36%)
<b>Total</b>	9 (7,76%)	3 (5,36%)

**Fonte:** O autor.

**Tabela 3** - Erros refrativos manifestos no grupo de pilotos e aeronavegantes não pilotos por número de olhos.

<b>Erro refrativo manifesto</b>	<b>Pilotos (n=116 olhos)</b>	<b>Aeronavegantes não pilotos (n=56 olhos)</b>
<b>Astigmatismo</b>	36 (31,03%)	15 (26,78%)
<b>Miopia</b>	12 (10,34%)	10 (17,85%)
<b>Presbiopia</b>	8 (6,90%)	8 (14,28%)
<b>Hipermetropia</b>	10 (8,62%)	6 (10,71%)

Fonte: O autor.

Dos 116 olhos avaliados do grupo dos pilotos, 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 grupo de aeronavegantes não pilotos, 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 pilotos e aeronavegantes não pilotos para a melhor acuidade visual do olho esquerdo (MAV OE) de modo que, em média, o grupo de pilotos possui a AV do OE com correção (melhor acuidade visual) maior que a do grupo aeronavegantes não pilotos.

**Tabela 4** - Comparação da melhor acuidade visual segundo os grupos aeronavegantes não pilotos e pilotos.

<b>Variável</b>	<b>Grupo</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>EP</b>	<b>p</b>
MAV OD	AER	28	0.99	0.007	0.157
	Pilotos	58	1.00	0.000	
MAV OE	AER	28	0.96	0.018	0.020 *
	Pilotos	58	1.00	0.003	

Fonte: O autor.

Notas: AER: Aeronavegantes não pilotos. 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 ( $p < 0,005$ ) entre a SC e a MAV, tanto para OD quanto para o OE. Todos os valores para a variável “melhor acuidade visual” do olho direito do grupo de pilotos, foram iguais a 1, ou seja, não houve variação para essa variável.

Os aspectos oculares avaliados no exame oftalmológico ou por meio do questionário aplicado, estão descritos na Tabela 5. Em relação às queixas visuais, 02 aeronavegantes não pilotos e 4 pilotos as sinalizaram e 3 pilotos referiram dificuldades para enxergar sob iluminação reduzida. Aspectos como teste de cores e visão de

profundidade encontravam-se dentro da normalidade em ambos os grupos. Houve apenas uma ocorrência de aumento da pressão intraocular no grupo de aeronavegantes não pilotos. Os achados ditos anormais relacionados ao fundo de olho estavam relacionados à aumento da escavação papilar, sem outras alterações retinianas em pólo posterior, tendo sido observadas em 03 aeronavegantes não pilotos (10,71%) e em 05 pilotos (5,81%).

**Tabela 5** - Valores absolutos e percentuais dos aspectos oculares de pilotos e aeronavegantes não pilotos.

Variáveis	Categorias	AER		PILOTOS		Geral	
		n	%	n	%	n	%
Queixas visuais	Não	26	92,86	54	93,10	80	93,02
	Sim	2	7,14	4	6,90	6	6,98
Dificuldades para enxergar sob iluminação reduzida	Não	28	100,00	55	94,83	83	96,51
	Sim	0	0,00	3	5,17	3	3,49
Pressão intraocular olho direito	Normal	28	100,00	58	100,00	86	100,00
Pressão intraocular olho esquerdo	Anormal	1	3,57	0	0,00	1	1,16
	Normal	27	96,43	58	100,00	85	98,84
Teste de cores	Anormal	0	0	0	0	0	0
	Normal	28	100,00	58	100,00	86	100,00
Visão de profundidade	Anormal	0	0	0	0	0	0
	Normal	28	100,00	58	100,00	86	100,00
Fundo de olho	Anormal	3	10,71	2	3,45	5	5,81
	Normal	25	89,29	56	96,55	81	94,19

**Fonte:** O autor.

**Notas:** n: quantidade da amostra

Na Tabela 6 temos as medidas descritivas da SC entre os grupos. A média da SC monocular encontrada no grupo de pilotos 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 grupo de aeronavegantes não pilotos 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 foi de 1,65 log SC e de SC binocular foi de 1,95 log SC em ambos os grupos.

**Tabela 6** - Medidas descritivas e comparação da Sensibilidade ao Contraste Média (log SC) encontrada na avaliação de grupo de pilotos e aeronavegantes não pilotos.

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

**Fonte:** O autor.

**Nota:** SC: sensibilidade ao contraste (log SC); AER: aeronavegantes não pilotos; 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 06, observa-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos pilotos e aeronavegantes não pilotos para a SC do OE, de modo que, em média, o grupo de pilotos possui uma SC do OE maior que a do grupo de aeronavegantes não pilotos.

Considerando o valor de 1,80 log SC encontrado na literatura como parâmetro de normalidade para medidas monoculares (MÄNTYJÄRVI; LAITINEN, 2001; ELLIOT; FLANAGAN, 2013; SUSHMA, 2016), no grupo de pilotos, 56,90% dos olhos direitos e 60,34% dos OE apresentaram valores de SC abaixo da normalidade. No grupo de aeronavegantes não pilotos, 78,57% dos OD e 85,71% dos OE apresentaram valores de SC abaixo da normalidade. Houve resultado estatisticamente significativo na sensibilidade ao contraste do OE e, dessa forma, podemos concluir que os aeronavegantes não pilotos tendem a ter uma proporção maior de baixa SC no OE em comparação aos pilotos.

Já nas medidas binoculares, foi considerado o valor de 1,95 log SC (MÄNTYJÄRVI; LAITINEN, 2001). No grupo de pilotos tivemos 04 resultados abaixo do normal (6,89%) e no grupo de aeronavegantes não pilotos tivemos 01 resultado abaixo do normal (3,57%).

Os valores das SC monocular e binocular estão descritos na Tabela 7. Observa-se 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 pilotos e aeronavegantes não pilotos.

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

**Fonte:** O autor.

**Nota:** AER: Aeronavegantes não pilotos.

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

Em relação à faixa etária, observa-se que a SC ao contraste foi, em média, maior no grupo de pilotos nas variáveis SC OD, SC OE e SC AO em todas as faixas etárias. Não se observou resultados estatisticamente significativos entre as faixas etárias estudadas dentro de cada grupo, como pode ser observado na Tabela 8.

**Tabela 8** - Sensibilidade ao contraste média (log SC), por faixa etária (menor que 35 anos e maior ou igual a 35 anos), em grupo de pilotos e aeronavegantes não pilotos da Força Aérea Brasileira.

Grupo Pilotos						
Variável	Faixa de Idade	n	Média	EP	p	
SC olho direito	Menor de 35 anos	32	1.72	0.020	0.691	
	35 anos ou mais	26	1.71	0.025		
SC olho esquerdo	Menos de 35 anos	32	1.71	0.021	0.870	
	35 anos ou mais	26	1.72	0.022		
SC ambos os olhos	Menos de 35 anos	32	1.99	0.015	0.124	
	35 anos ou mais	26	1.96	0.019		

Grupo Aeronavegantes não pilotos						
Variável	Faixa de Idade	n	Média	EP	p	
SC olho direito	Menos de 35 anos	15	1.68	0.022	0.350	
	35 anos ou mais	13	1.70	0.020		
SC olho esquerdo	Menos de 35 anos	15	1.68	0.033	0.469	
	35 anos ou mais	13	1.64	0.021		
SC ambos os olhos	Menos de 35 anos	15	1.95	0.015	0.577	
	35 anos ou mais	13	1.95	0.012		

**Fonte:** O autor.

**Nota:** EP: erro padrão.

A tabela 9 mostra a distribuição da SC em relação às especialidades de aviação. Podemos observar que a maior média de SC OD foi encontrada na especialidade patrulha (1,77 log SC) e maior média de SC OE foi na de asas rotativas (1,75 log SC). A maior média de SC monocular (SC OD +SC OE/2) foi encontrada na especialidade patrulha (1,75 log SC) e as menores médias na especialidade de caça (1,70 log SC). A aviação de asas rotativas apresentou a maior média de SC binocular

(2,00 log SC) e as menores médias binoculares ocorreram nas especialidades de caça, inspeção em voo e patrulha (1,95 log SC). Na comparação da SC entre essas especialidades, não se observou resultados estatisticamente significativos.

**Tabela 9** - Comparação da sensibilidade média ao contraste (log SC) por Especialidade de aviação no grupo de pilotos, considerando olho direito (OD), olho esquerdo (OE) e ambos os olhos (AO).

Variável	Especialidade	n	Média	EP	p
<b>SC OD</b>	Asas rotativas	9	1.67	0.030	0.453
	Caça	7	1.71	0.030	
	Inspeção em voo	4	1.65	0.061	
	Patrulha	5	1.77	0.056	
	Transporte	33	1.72	0.023	
<b>SC OE</b>	Asas rotativas	9	1.75	0.035	0.730
	Caça	7	1.69	0.028	
	Inspeção em voo	4	1.73	0.075	
	Patrulha	5	1.74	0.060	
	Transporte	33	1.70	0.021	
<b>SC AO</b>	Asas rotativas	9	2.00	0.035	0.586
	Caça	7	1.95	0.000	
	Inspeção em voo	4	1.95	0.000	
	Patrulha	5	1.95	0.047	
	Transporte	33	1.98	0.018	

**Fonte:** O autor.

**Nota:** EP: erro padrão.

Em relação às cirurgias, no grupo dos pilotos (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 grupo de aeronavegantes não pilotos (56 olhos), houve relato de que 4 olhos foram submetidos à cirurgia refrativa (7,14%). A técnica LASIK foi utilizada em 04 olhos (tempo médio de realização da cirurgia de 7,0± 4,24 anos). Não houve relato de cirurgia utilizando a técnica PRK. A SC média nos olhos que realizaram cirurgia refrativa está descrita na Tabela 10.

**Tabela 10** - Técnica de cirurgia refrativa e Sensibilidade média encontrada na amostra de pilotos e aeronavegantes não pilotos.

Técnica de Cirurgia refrativa	Pilotos (n=20 olhos)			Aeronavegantes não pilotos (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	-	-	-

**Fonte:** O autor.

**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 com outras variáveis, observou-se que 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. Não se observaram resultados significativos nas outras variáveis, conforme observado na Tabela 11.

**Tabela 11** – Comparação da SC de ambos os olhos (AO) segundo algumas outras variáveis.

Variável	Categorias	n	SC AO		p
			Média	EP	
IMC	Obesidade	15	1.97	0.014	0.899
	Peso normal	24	1.96	0.013	
	Sobrepeso	47	1.97	0.014	
Doença crônica	Apresenta	5	1.98	0.030	0.707
	Não apresenta	81	1.97	0.009	
Doença ocular	Apresenta	5	1.92	0.030	0.133
	Não apresenta	81	1.97	0.009	
Uso de lentes corretoras	Não	53	1.98	0.011	0.175
	Sim	33	1.95	0.015	
Realização de cirurgia refrativa	Não	73	1.97	0.009	0.683
	Sim	13	1.97	0.029	
Queixas visuais	Não	80	1.97	0.008	0.527
	Sim	6	1.93	0.060	
Fundo de olho	Anormal	5	1.95	0.047	0.617
	Normal	81	1.97	0.009	
Astigmatismo	Não	63	1.97	0.011	0.947
	Sim	23	1.97	0.011	
Hipermetropia	Não	78	1.97	0.009	0.118
	Sim	8	1.91	0.038	
Miopia	Não	72	1.97	0.010	0.113
	Sim	14	1.94	0.019	
Presbiopia	Não	76	1.98	0.009	0.025 *
	Sim	10	1.91	0.032	

**Fonte:** O autor. **Nota:** EP: erro padrão.

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 (Tabela 12).

**Tabela 12** – Correlações da Sensibilidade ao Contraste com outras variáveis.

Variável 1	Variável 2	Correlação	p
SC OD	Tempo de serviço	0.149	0.171
	IMC	-0.097	0.376
	Anos de realização Cir. Refrativa	-0.567	0.043 *
SC OE	Tempo de serviço	0.121	0.267
	IMC	-0.133	0.221
	Anos de realização Cir. Refrativa	-0.348	0.244
SC AO	Tempo de serviço	-0.069	0.529
	IMC	0.063	0.567
	Anos de realização Cir. Refrativa	-0.402	0.173

**Fonte:** O autor.

**Nota:** Cir.: cirurgia

Com o intuito de avaliar a representatividade da amostra obtida, foi obtido o tamanho do erro amostral com base no número total de inspeções realizadas em pilotos militares no ano de 2019 ( $n=440$ ) e um tamanho de amostra de 58. Nesse sentido, calculando o erro amostral para o presente estudo, temos que a amostra possui uma margem de erro máximo de 12% nas estimativas obtidas para uma margem de nível de confiança de 95%.

Podemos observar na Tabela 13 que os poderes amostrais nos casos da SC OD e SC OE no grupo de pilotos foram superiores a 0,80, portanto, para essas variáveis, o tamanho amostral garante um alto poder na detecção de resultados significativos. Entretanto, no caso da SC AO, o poder amostral ficou abaixo de 0,80, não sendo significativo.

**Tabela 13** - Poder amostral para as variáveis de SC no grupo de pilotos.

SC	n	Valores Observados		Limiar Normal	Poder Amostral	Diagnóstico
		Média	Desvio Padrão			
SC OD	58	1.712	0.119	1.80	0.999	Apropriado
SC OE	58	1.715	0.116	1.80	0.999	Apropriado
SC AO	58	1.973	0.092	1.95	0.620	Inapropriado

**Fonte:** O autor.

**Nota:** n: tamanho da amostra obtida.

## 5 DISCUSSÃO

No presente estudo objetivou-se caracterizar a visão de sensibilidade ao contraste em uma amostra de pilotos da FAB, utilizando como grupo controle uma amostra de aeronavegantes não pilotos. O exame foi realizado em condições de luminância fotópica, utilizando a Tabela de Pelli-Robson.

Ambas as amostras apresentaram média de IMC na categoria de sobrepeso, mas na correlação com sensibilidade ao contraste não houve nenhum resultado estatisticamente significativo nesse estudo, nem na literatura consultada.

No estudo realizado por Oen, Lim e Chung (1994), observou-se diferença de SC entre raças sendo que os chineses apresentaram menor SC que outras raças como malaios e indianos. Nesse trabalho, não tivemos nenhum participante da raça amarela, nem se obteve correlação significativa entre as raças declaradas e a SC.

Sabe-se que a SC pode estar alterada precocemente em doenças oculares como glaucoma, degeneração macular, catarata (HAYMES *et al.*, 2006), ceratocone, retinopatia diabética, neuropatia óptica (SIEIRO *et al.*, 2016). Porém, devido ao baixo número de patologias oculares e sistêmicas relatadas entre os participantes do trabalho, não foi possível a verificação de correlação mais detalhada entre estas e a SC.

O erro refrativo manifesto mais prevalente no grupo de pilotos e aeronavegantes não pilotos foi o astigmatismo. Liou e Chiu (2001), encontraram SC diminuída em miopias severas ( $>-12D$ ), mas neste trabalho não tivemos nenhum participante nessas condições. Observou-se também que houve resultado significativo no diagnóstico de presbiopia, de modo que a SC de AO, 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

A melhor acuidade visual corrigida foi de 20/20 (1.0), ou seja, normal, em 99,14% dos olhos avaliados dos pilotos e em 92,86% dos olhos dos aeronavegantes não pilotos. Não foram observadas correlações significativas entre a sensibilidade ao contraste e a melhor acuidade visual.

Em relação à melhor acuidade visual, observa-se nos resultados apresentados na Tabela 4, que existe diferença estatisticamente significativa na melhor acuidade

visual do olho esquerdo entre os dois grupos, de modo que, em média, o grupo de pilotos apresentou uma melhor acuidade visual do olho esquerdo em relação ao grupo de aeronavegantes não pilotos.

As correlações relacionadas à melhor acuidade visual dos pilotos em relação aos aeronavegantes não pilotos no que diz respeito à lateralidade do olho esquerdo não foram corroboradas por achados na literatura, uma possibilidade que merece ser observada seria a metodologia do exame utilizada, visto que se começou o exame sempre pelo OD.

As queixas visuais ou dificuldades para enxergar sob iluminação reduzida, na maioria dos participantes da pesquisa foram relatadas como relacionadas à refração (necessidade de usar lentes corretoras ou dificuldade de enxergar na ausência delas). Apenas em um questionário, um dos pilotos assinalou ter queixas visuais, com dificuldade para enxergar sob iluminação reduzida e tinha diagnóstico de glaucoma. Nesse caso, o resultado da SC foi de 1,50 log SC na medida de cada olho separadamente e de 1,65 log SC na medida binocular, sendo estas os menores valores de SC tanto monocular quanto binocular encontrados nesse estudo. De fato, são comuns as queixas visuais relacionadas a dificuldade para enxergar sob iluminação reduzida quando há baixa sensibilidade ao contraste (SIEIRO, 2016).

Como não há descrição de valores normativos para interpretação dos resultados obtidos na Tabela de Pelli-Robson, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para definição dos valores da normalidade para este instrumento de avaliação. Levando-se em consideração a faixa etária estudada, estabeleceu-se o valor de normalidade SC de 1,80 log/SC ou maior para as medidas monoculares (MÄNTYJÄRVI; LAITINEN, 2001; ELLIOT; FLANAGAN, 2013; SUSHMA, 2016) e 1,95 log SC ou maior para as medidas binoculares (MÄNTYJÄRVI; LAITINEN, 2001).

Na Tabela 6 foram apresentadas as medidas descritivas da SC encontradas no grupos estudados. Observa-se que as médias de SC tanto monocular quanto binocular foram superiores no grupo de pilotos em relação ao grupo de aeronavegantes não pilotos.

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. Por conta das variações atmosférica e de visibilidade, os dados foram analisados a cada semana, independentemente. 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, Joseph, Aravind e Vevai (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. Os tripulantes eram 50 combatentes (pilotos de caça) e 25 não combatentes e a SC foi medida através do aparelho *Nicolet Ophtronics CS-2000*. Observou-se que os valores médios da SC da tripulação aérea 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 Marinha 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 entre os pilotos e os aeronavegantes não pilotos, tanto nas médias das medidas monoculares quanto nas binoculares. Isso poderia ser explicado por fatores como métodos de seleção inicial e de influências como treinamento, desempenho operacional e experiência do grupo de pilotos.

Aponta-se na Tabela 7 os resultados da SC nos grupos em relação ao limiar da normalidade. Ressalta-se que mais da metade dos olhos dos pilotos que foram avaliados apresentaram resultado do teste de SC monocular abaixo do limiar considerado como normal na literatura (1,80 log SC). Em termos médios, os pilotos avaliados apresentaram resultado monocular de 1,71 log SC, ou seja, 5% menor que esperado. Esse dado merece atenção pela importância dessa aspecto funcional da visão nos pilotos, e enseja maiores estudos nesse sentido além de reforçar a

necessidade de adoção de medidas de triagem no momento do exame de admissão dos pilotos, de forma a recrutar a força de aviação da melhor qualidade possível .

No estudo atual, a SC do OE foi significativamente maior nos pilotos em comparação com o grupo de aeronavegantes não pilotos. No entanto, essa diferença não foi observada no OD. Na comparação dos resultados de SC categorizados como normal ou anormal apresentados na Tabela 7, podemos concluir que os participantes do grupo de aeronavegantes não pilotos tendem a ter uma proporção maior de baixa SC no OE em relação ao grupo dos pilotos.

Um estudo que observou diferença na lateralidade da SC, foi o realizado por Rahman e colaboradores (2018), comparando a SC em indivíduos diabéticos e não diabéticos. Observou-se que a SC em OD foi menor em pacientes com diabetes comparativamente com o grupo controle. Este estudo relatou a dificuldade de isolar e avaliar a SC sem confundir com outros fatores, como a acuidade visual e outros como difração da pupila. Muitos estudos utilizam somente os valores de log SC como medida monocular sem lhe atribuir lateralidade, de forma que a única justificativa para o achado foi a correlação da AV que também foi significativamente menor no grupo de aeronavegantes não pilotos. Dessa forma, concluímos que tais achados carecem de mais estudos e pesquisas, pois não se evidenciou neste trabalho um clara correlação que justifique o olho esquerdo ter obtido médias significativamente menores de SC no grupo de aeronavegantes não pilotos. Além disso, a literatura especializada não discorre sobre os possíveis motivos da diferença entre a SC de olho direito e esquerdo. Fatores como metodologia utilizada ou mesmo uma curva de aprendizado em relação ao exame não podem ser descartados e merecem ser observados em estudos futuros.

Observa-se na Tabela 8 que em relação à faixa etária, a SC ao contraste foi, em média, maior no grupo de pilotos nas variáveis SC OD, SC OE e SC AO em todas as faixas etárias. Não se observou resultados estatisticamente significativos entre as faixas etárias estudadas dentro de cada grupo.

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 (DP), 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. Além disso, não há muitos estudos populacionais relacionados à aviação militar, em especial que tenham utilizado a Tabela de Pelli Robson para que possa ser feita uma efetiva comparação entre eles .

A tabela 9 mostra a distribuição da SC em relação às especialidades de aviação. Podemos observar que a maior média de SC OD foi encontrada na especialidade patrulha (1,77 log SC) e maior média de SC OE foi na de asas rotativas (1,75 log SC). A maior a maior média de SC monocular ( $SC_{OD} + SC_{OE}/2$ ) foi encontrada na especialidade patrulha (1,75 log SC) e as menores médias na especialidade de caça (1,70 log SC). A aviação de asas rotativas apresentou a maior média de SC binocular (2,00 log SC) e as menores médias binoculares ocorreram nas especialidades de caça, inspeção em voo e patrulha (1,95 log SC). Na comparação da SC entre essas especialidades, não se observou resultados estatisticamente significativos.

Temme, Still e Fatcheric (1995) fizeram uma bateria de testes visuais em 44 pilotos de jato (idade média de 29 anos), 29 pilotos de helicóptero (idade média de 31 anos) e 41 estudantes universitários (idade média de 21 anos) para avaliar habilidades visuais importantes para um piloto, tais como: medida do tempo de reação, AV de alto contraste, AV de baixo contraste, ponto de detecção, mudança de olhar para longe e para perto. Nesse estudo evidenciaram que a AV de baixo contraste dos pilotos de jato foi maior que as dos pilotos de helicóptero, o que não foi observado em nosso trabalho.

Em relação à cirurgia refrativa, nossos resultados permitiram concluir que existe correlação estatisticamente significativa entre a SC do OD e o tempo de realização da cirurgia refrativa, de modo que quanto maior o tempo de realização da cirurgia refrativa, menor a SC de OD. No estudo de Richard J. 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. Nesse sentido, 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).

Os poderes amostrais da sensibilidade ao contraste monocular no grupo de pilotos foram superiores a 0,80. Dessa forma, o tamanho amostral garantiu um alto poder na detecção de resultados significativos, corroborando que os resultados desse estudo podem ser extrapolados para todo o grupo de pilotos da FAB.

Pelo exposto, atingiu-se o objetivo deste trabalho - o de caracterizar a visão de sensibilidade ao contraste em uma amostra de pilotos da FAB, e a questão-problema foi respondida através da apresentação dos resultados da pesquisa.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu concluir que a SC do grupo de pilotos foi, em média, maior que a do grupo de aeronavegantes não pilotos, 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, este trabalho ratifica 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, além de propor a realização de estudos para verificar e categorizar a sensibilidade ao contraste em outros quadros/especialidades de militares.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Ao atender aos objetivos desse trabalho, concluímos que a inclusão do teste de sensibilidade ao contraste no exame oftalmológico das inspeções de saúde, como parte das Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde da Aeronáutica (ICA 160-6), é de extrema relevância.

Face às necessidades visuais complexas inerentes à aviação militar e tendo em vista o levantamento bibliográfico realizado, bem como os resultados encontrados nesse trabalho, concluímos que a inclusão do teste de sensibilidade ao contraste deve ser considerada na avaliação oftalmológica dos pilotos nas inspeções de saúde iniciais, especialmente nos candidatos submetidos à cirurgia refrativa e como complemento da avaliação oftalmológica nas inspeções periódicas, à critério do especialista.

Tal medida possibilitará realizar uma seleção inicial com maior rigor e qualidade para candidatos à EPCAR e à AFA e permitirá uma avaliação pericial dos pilotos da FAB mais completa e abrangente, seja na detecção de doenças oftalmológicas de forma mais precoce, seja no reconhecimento e/ou acompanhamento de alterações na visão de SC relacionadas às cirurgias refrativas ou outras patologias oculares como catarata, retinopatias, glaucoma e outras neuropatias ópticas. Além disso, tal exame propiciará uma melhor avaliação dos parâmetros analisados, tornando as possíveis restrições à atividade aérea mais embasadas e possibilitará reconhecer aspectos relacionados à performance visual em condições de visibilidade mais adversas, contribuindo assim para o aumento da segurança de voo.

A Tabela de Pelli-Robson permite aplicação rápida, tem um custo mais baixo que os métodos computadorizados, não requer calibração e, além de ser confiável, tem boa reprodutibilidade. Dessa forma, esse instrumento de avaliação encontra viabilidade de utilização para medida de SC no âmbito pericial da FAB.

Assim, espera-se que, ao ressaltar a importância dessa função visual através de embasamento teórico e ao fornecer informações técnicas dos achados da pesquisa, este trabalho possa contribuir para a otimização do desenvolvimento humano operacional no âmbito da Força Aérea Brasileira, através da recomendação de normatização do teste de sensibilidade ao contraste nas legislações que regem as inspeções de saúde dos pilotos militares, adequando-as às melhores práticas vigentes nos meio aeronáuticos nacional e internacional.

Sugere-se, ainda, estudos posteriores a fim de corroborar nossos achados e também verificar a sensibilidade ao contraste em outros quadros/especialidades, bem como ratificar a relevância do emprego do referido exame nas inspeções de saúde visando qualificar a avaliação pericial do aeronavegante, em especial dos pilotos militares.

## REFERÊNCIAS

- AEROVISÃO. **Mil dias no Comando da Força Aérea**. Brasília: CECOMSAER, Ano 44, p. 8-13, out./nov./dez.2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiros da Aviação Civil. (RBAC) nº 01**: Definições, regras de redação e unidades de medida. ANAC: Brasília, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Instrução Suplementar nº 67-004**: Guia Médico – meios aceitáveis de cumprimento do RBAC nº 67-004, Revisão B. ANAC: Rio de Janeiro, 2020a. 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](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.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 67, Emenda 04**: Requisitos para Concessão de Certificados Médicos Aeronáuticos, para o Cadastro e Credenciamento de Médicos, Credenciamento de Clínicas e para o Convênio com Entidades Públicas. ANAC: Brasília, 2020b. Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-067/@@display-file/arquivo\\_norma/RBAC67EMD04%20-%20Retificado.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-067/@@display-file/arquivo_norma/RBAC67EMD04%20-%20Retificado.pdf). Acesso em: 30 mai. 2020.
- ALL ABOUT VISION. **Contrast sensitivity testing**, Texas (USA), 2019. Disponível em: <https://www.allaboutvision.com/eye-exam/contrast-sensitivity.htm>. Acesso em: 27 fev. 2021
- AVIATION MEDICINE ADVISORY SERVICE (AMAS). **LASIK, PRK, RK and Vision Correction**, Colorado (USA), 2020. Disponível em: <https://www.aviationmedicine.com/article/lasik-prk-rk-and-vision-correction-surgery/>. Acesso em: 05 mai. 2020.
- BACHMAN, W.G.; EGENMAIER.W. Assesment of cyclopegic effects on the Visthec CS in Army Aviator Candidates, **Optometry and Vision Science**, United States, v. 68, n. 6, 1991.
- BALCER, L.J. et al. Validity of low-contrast letter acuity as a visual performance outcome measure for multiple sclerosis. **Mult Scler**, v. 23, n. 5, 2017.
- BEARD, B.L.; HISLE, W.A.; AHUMADA, A.J. Occupational vision standards: A review. Washington **NASA Ames Research**, United States, 2002. Disponível em [https://www.researchgate.net/profile/Albert-Ahumada/publication/253903483\\_Occupational\\_Vision\\_Standards\\_A\\_Review/links/0046352aa11fdf2501000000/Occupational-Vision-Standards-A-Review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Albert-Ahumada/publication/253903483_Occupational_Vision_Standards_A_Review/links/0046352aa11fdf2501000000/Occupational-Vision-Standards-A-Review.pdf). Acesso em: 05 out. 2022.
- BECHARA, S.J. *et al.* **Guia Prático de Cirurgia Refrativa**. Porto Alegre: Artmed. 2009

BODIS-WOLLNER, I. Detection of visual defects using the contrast sensitivity function. **International Ophthalmological Clinics**, v. 20, n.1, 1980.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Saúde. Portaria DIRSA n.º 122/SECSDTEC, de 21 de novembro de 2016. Aprova a modificação da ICA 160-06 “Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde na Aeronáutica”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 199, 22 nov. 2016.

BUHREN, J. et al. Measuring Contrast Sensitivity Under Different Lighting Conditions: Comparison of Three Tests. **Optometry and Vision Science**, United States, v. 83, n. 5, 2006.

CAMPBELL, F. W.; MAFFEI, L. Contrast and spatial frequency. **Scientific American**, v.231,1974.

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.

CIVIL AVIATION AUTHORITY (CAA) .**Visual system guidance material**, 2015. Disponível em: [https://www.caa.co.uk/Aeromedical-Examiners/Medical-standards/Pilots-\(EASA\)/Conditions/Visual/Visual-system-guidance-material-GM/](https://www.caa.co.uk/Aeromedical-Examiners/Medical-standards/Pilots-(EASA)/Conditions/Visual/Visual-system-guidance-material-GM/). Acesso em: 30 mai. 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**, v. 58, 1995.

DAVIS, R.E, *et al.* Permanent Grounding of a USAF Pilot Following Photorefractive Keratectomy. **Aviation Space Environ Med**, v. 81, n. 11, 2010.

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**, United States, v. 81, 2004.

ELLIOTT, D. B.; FLANAGAN, J.G. Assessment of visual function. *In*: ELLIOTT, D. B. **Clinical Procedures in Primary Eye Care**, 4. ed. Edinburgh: Elsevier, 2013. p. 32-67.

ELLIOT, D.B.; SANDERSON, K., CONKEY, A. The reliability of the Pelli-Robson contrast sensitivity chart. **Ophthalmic Physiol Opt**, v.10, 1990.

ELLIOT D.B.; WHITAKER, D. Clinical contrast sensitivity chart evaluation. **Ophthalmic Physiol Opt**, v.12, 1992.

GIBB, R.; GRAY R.; SCHARFF, L. **Aviation Visual Perception: Research, Misperception and Mishaps**, 1. ed. Burlington: Ashgate Publishing Ltd., 2010.

GINSBURG. A.P; EVANS, D.W.; SEKULE, R.; HARP, S.A. Contrast sensitivity predicts pilots performance in aircraft simulators. **Am J Optom Physiol Opt.**, v.59, 1982.

GINSBURG. A.P.;EASTERLY, J. Contrast sensitivity predicts target detection field performance of pilots. **Human Factors and Ergonomics Society**, v.27, 1983.

GRADWELL,D.P., RAINFORD, D.J. **Ernsting's Aviation and Space Medicine**. 5. ed. New York: CRC Press, 2016.

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

HAMMOND *et al.* Measuring total visual experience. **CLSpectrum**, Pennsylvania, 2018. Disponível em: <https://www.clspectrum.com/issues/2018/december-2018/measuring-total-visual-experience>. Acesso em: 19 abr.2020.

HAYMES, S. A. *et al.* The Letter Contrast Sensitivity Test: Clinical Evaluation of a New Design. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v.47, 2006.

INTERNATIONAL ACADEMY OF LOW VISION SPECIALISTS (IALVS). **Contrast Sensitivity: Why it Matters to You**, 2019. Disponível em: <https://www.ialvs.com/ways-we-can-help/resources-for-eye-care-professionals/contrast-sensitivity-why-it-matters-to-you/>. Acesso em: 09 mai 2020

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

HOLLADAY, J.T.; DUDEJA D.R.; CHANG J. Functional vision and corneal hanges after laser in situ keratomileusis determined by contrast sensitivity, glare testing, and corneal topography. **J Cataract Refract Surg.**, v. 25, n. 5,1999.

LACERDA, E.M.C.B, VENTURA, D.F, SILVEIRA, L.C.L. Avaliação visual de sujeitos expostos de forma ocupacional a solventes orgânicos através de métodos psicofísicos. **Psicol. USP**, v.22, n.1, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-65642011000100007&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-65642011000100007&script=sci_arttext&tlng=en). Acesso em: 09 mai. 2020.

LATTIMORE, C.M.R. Human contrast acuity variability. **Military Medicine**, v.182, n.3, 2017.

LEVY, Y.; GLOVINSKY, Y. Evaluation of mid-term stability of night vision tests. **Aviation Space Environ Med**, v. 68, 1997.

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**, v. 35, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41433-020-1009-7.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41433-020-1009-7>. Acesso em: 27 fev.2021.

LIN, H.T. *et al.* Impact of hypoxic and mesopic environments on visual acuity, contrast sensitivity and accommodation in subjects with LASIK surgery and aircrew candidate. **Journal of the Chinese Medical Association**, v. 81, 2018.

LIU, S.W; CHIU, C.J. Myopia and contrast sensitivity function. **Current Eye Research**, v. 22, n.2, 2001.

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

MEYESIGHT. **Aspects of vision**. 2017. Disponível em: <http://www.meyesight.net/1e-aspects-vision/>. Acesso em: 26 fev.2021.

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

MOREIRA, C.A. **Semiologia Básica em Oftalmologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

NAKAWAGARA, V.B, MONTGOMRY R.W.; WOOD, K.J. Aviation Accidents and Incidents Associated with the Use of Ophthalmic Devices by Civilian Airman. **Aviation Space Environ Med**, v. 73, n. 11, 2002.

NAKAWAGARA, V.B, MONTGOMERY R.W.; WOOD, K.J. Demographic and Vision restrictions in civilian pilots: clinical implications. **Federal Aviation Administration**, 2004. Disponível em: [https://www.faa.gov/data\\_research/research/med\\_humanfacs/oamtechreports/2000s/media/0406.pdf](https://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/2000s/media/0406.pdf). Acesso em: 09 mai. 2020.

OEN, F.T.; LIM, T.H., CHUNG, M.P. Contrast sensitivity in a large adult population. **Ann Acad Med Singapore**, v. 23, n.3, 1994.

OPHTHALMOLOGY MANAGEMENT. **Contrast Sensitivity Testing: 20/20 and more**, 2007. Disponível em: <https://www.ophtalmologymanagement.com/issues/2007/march-2007/contrast-sensitivity-testing-20-20-and-more> . Acesso em: 26 fev. 2021.

OLIVEIRA, F. *et al.*, Avaliação da sensibilidade ao contraste e da estereopsia em pacientes com lente intraocular multifocal. **Arq. Bras. Oftalm.**, v.68, n.4, 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27492005000400005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492005000400005). Acesso em: 04 ago. 2019.

OWSLEY, C.; SLOANE, M. E. Contrast sensitivity, acuity, and the perception of real-world targets. United Kingdom: **British Journal of Ophthalmology**, v.71, n.10, 1987.

OWSLEY, C. Contrast sensitivity. **Ophthalmol Clin N Am.**, v. 16, 2003.

PANDAY V.A.; REILLY, C.D. Refractive surgery in the United States Air Force. **Curr. Opin Ophthalmol.**, v. 20, n.4, 2009.

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

PESCOSOLIDO, N; BARBATO, A; BLASIO, D.D. Hypobaric Hypoxia: Effects on Contrast Sensitivity in High Altitude Environments. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 86, n. 2, 2015.

PRECISION VISION. **Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart**. 2019. Disponível em: <https://www.precision-vision.com/products/contrast-sensitivity-tests/peak-contrast-sensitivity/pelli-robson/pelli-robson-contrast-sensitivity-chart/>. Acesso em: 09 ago. 2019.

RAHMAN, A. A.A., et al. Changes in Contrast Sensitivity in Young Adults with Diabetes. **Makara J. Health Res.**, v. 22, n.1, 2018.

RUBIN, G.S. Visual Acuity and Contrast Sensitivity. *In*: RYAN, S.J. *et al.* **Retina**. 5ed. Los Angeles: Saunders, 2013.

SANTOS, N.A.; SIMAS, M.L.B. Função de Sensibilidade ao Contraste: Indicador da Percepção Visual da Forma e da Resolução Espacial. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 14, n.3, 2001.

SANTOS, N.A. Tópicos em percepção e processamento visual da forma: acuidade visual versus sensibilidade ao contraste. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 3, n.1, 2003.

SHARON, A. H. *et al.* The Letter Contrast Sensitivity Test: Clinical Evaluation of a New Design. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v.47, 2006.

SINGAPORE NATIONAL EYE CENTRE (SNEC). **Common Symptoms of low vision**, 2017. Disponível em: <https://www.snec.com.sg/patient-care/specialties-and-services/clinics-centres/snec-low-vision-service/Pages/Common-Symptoms-Contrast-sensitivity-and-Glare.aspx>. Acesso em: 26 fev.2021.

SUSHMA, N., Contrast sensitivity and Measuring Methods. **Optometry Zone**, 2016. Disponível em: <http://optometryzone.com/2016/12/31/contrast-sensitivity/>. Acesso em: 14 out. 2020.

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**, v.75, n.4, 2016.

STERKIN, A. *et al.* Vision improvement in pilots with presbyopia following perceptual learning. **Vision Research**, v.152, 2018.

STODOLA, E. **Refractive surgery and patient selection in the military**, United States, 2016. Disponível em: <https://www.eyeworld.org/refractive-surgery-military-1>. Acesso em: 09 mai. 2020.

SWAMY, S.; JOSEPH.C.; ARAVIND, A.S.; VEVAI, R.J. Contrast sensitivity in IAF aircrew. **Ind J Aerospace Med.**, v.46, n.2, 2002.

THAYAPARAN, K.; CROSSLAND, M. D.; RUBIN, G. S. Clinical assessment of two new contrast sensitivity charts. **British Journal of Ophthalmology**, v. 91, n.6, 2007.

TEMME L.A.; RICKS E.; MORRIS A.; SHERRY D. Visual contrast sensitivity of U.S. Navy jet pilots. **Aviation Space Environ. Med.**, v. 62, 1991.

TEMME L.A.; STILL D.L.; FATCHERIC, A.J. Jet pilot, helicopter pilot, and college student: a comparison of central vision. **Aviation Space Environ. Med.**, v. 66, 1995.

TEMPORAL, W. **Medicina Aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes, 2005.

TRANSPORT CANADA (TC). **Handbook for Civil Aviation Medical Examiners**. Ottawa: TC, 2019.

VAN DE POL, C. *et al.* Visual and flight performance recovery after PRK or LASIK in helicopter pilots. **Aviation Space Environ Med.**, v. 78, 2007.

WATSON, A.B.; RAMIREZ, C.V.; SALUD, E. Predicting visibility of aircraft. **Plos One**, vol. 4, n.5, 2009.

## GLOSSÁRIO

**Ametropia** - Erro da refração ocular que dificulta a focalização da imagem na retina. Os tipos mais comuns de ametropia são a miopia, a hipermetropia, o astigmatismo e a presbiopia.

**Cicloplegia** - Relaxamento da musculatura ciliar através da utilização de colírios ciclopégicos, para obtenção de um diagnóstico mais preciso de possíveis erros refração.

**Degeneração tapetoretiniana** - Degeneração progressiva, hereditária da retina, devida à morte, inicialmente, de fotorreceptores bastonetes e a subsequente morte de cones fotorreceptores.

**Dioptria** - É a unidade de medição dos poderes refrativos das lentes ou de um sistema óptico

**Emétrope** - Que tem a visão normal no que diz respeito à refração ocular.

**Escotópico** – Relativo à baixas condições de iluminação.

**Fotópico** – Relativo à boas condições de iluminação.

**Fotorreceptores** - São células que convertem a energia luminosa em sinais elétricos. Existem dois tipos clássicos de fotorreceptores: os cones, responsáveis pela visão colorida e pela acuidade visual, com maior participação na visão fotópica; e os bastonetes, responsáveis pela recepção de luz e pela visão noturna.

**Foveal** – Relativo à fóvea que é a porção de cada um dos olhos que permite perceber detalhes dos objetos próximos. Localizada no centro da retina, é muito bem irrigada de sangue e possibilita, através das células cônicas, a percepção das cores.

**Haze Corneano** - Opacidade corneana que pode ocorrer no pós-operatório de cirurgia refrativa, especialmente na modalidade PRK.

**Hipóxia** - Condição causada pela falta de oxigênio no organismo.

**Mácula** - Ponto central da retina. É a região que distingue detalhes no meio do campo visual.

**Mesópico** - Relativo à iluminação reduzida ou crepuscular (entre a fotópica e a escotópica).

**Oftalmotônus** - Medida da pressão intraocular.

**Paramácula** - Perto ou ao lado da mácula.

**Perimácula** - Em volta da mácula.

**Piloto de 1ª classe** - Piloto de linha aérea, piloto comercial e piloto de tripulação múltipla.

**Tripleto** – Conjunto de três letras.

**Wave Front** - Tecnologia desenvolvida para as cirurgias refrativas, criada a partir do sistema de comprimento de ondas ou "*Wave Front*", permite um tratamento mais preciso e personalizado para cada olho, varrendo pequenas imperfeições de sua superfície, chamadas de aberrações.

### APÊNDICE A – Teste de Sensibilidade ao Contraste em pilotos do sexo feminino

Nº Questionário	Idade	Tempo de Serviço	Etnia	Posto	Quadro	Especialidade	Horas de voo	Peso	Altura	IMC	Doença crônica	Doença Ocular	Uso regular de colírios	Uso de lentes corretoras
16	31	12	Branca	Capitão	QOAV	Transporte	1500 h	63 Kg	1,67	22,59	Não	Não	Não	Sim, para longe
48	36	15	Branca	Major	QOAV	Asas rotativas	1300h	57 Kg	1,67	20,43	Não	Não	Não	Sim, para longe

Nº Questionário	Realização de cirurgia refrativa?	Realização de cirurgia de catarata	Queixas visuais	Dificuldade para enxergar com iluminação reduzida	Acuidade visual para longe sem correção	Acuidade visual para longe com correção	Acuidade visual para perto sem correção	Acuidade visual para perto com correção	Teste de cores	Visão de profundidade	Pressão intraocular	Fundo de olho
16	Sim, LASIK, há 11 anos, AO	Não	Não	Não	OD=0,5 OE: 0,5	OD= 1,0 OE= 1,0	OD=J1 OE= J1	OD=J1 OE= J1	Normal	40" de arco (normal)	15/15 mmHg	Normal
48	Não	Não	Não	Não	OD=0,8 OE=0,63	OD= 1,0 OE= 1,0	OD=J1 OE=J1	OD=J1 OE= J1	Normal	40" de arco (normal)	16/19mmHg	Normal

Nº Questionário	Refração	Erro refrativo	SC OD (log)	SC OE (log)	SC AO (log)
16	OD= -1,00esf OE= -1,00 esf	Miopia	1,65	1,65	1,95
48	OD= -0,25 esf -1,00 cil 172 OE= -1,25 esf-1,75 cil 174	Astigmatismo miópico	1,80	1,80	1,95

### APÊNDICE B – Teste de Sensibilidade ao Contraste em aeronavegantes não pilotos do sexo feminino

Nº Questionário	Idade	Tempo de Serviço	Etnia	Posto/ Graduação	Quadro	Especialidade	Peso	Altura	IMC	Doença crônica	Doença Ocular	Uso regular de colírios	Uso de lentes corretoras
25	32	10	Parda	2S	QSS	SEF	68	1,60	26,56	Não	Não	Não	Não
28	37	18	Negra	1S	QSS	SEF	62	1,62	21,97	Não	Não	Não	Sim
31	33	14	Branca	1S	QSS	SEF	56	1,63	21,08	Não	Não	Não	Não

Nº Questionário	Realização de cirurgia refrativa?	Realização de cirurgia de catarata	Queixas visuais	Dificuldade para enxergar com iluminação reduzida	Acuidade visual para longe sem correção	Acuidade visual para longe com correção	Acuidade visual para perto sem correção	Acuidade visual para perto com correção	Teste de cores	Visão de profundidade	Pressão intraocular	Fundo de olho
25	Não	Não	Não	Não	OD=1,0 OE: 1,0	OD= --- OE= ---	OD=J1 OE= J1	OD=--- OE= --	Normal	40" de arco (normal)	19/19mmHg	Normal
28	Não	Não	Não	Sim, dirigir à noite	OD=0,63 OE=0,63	OD= 1,0 OE= 1,0	OD=J1 OE=J1	OD=J1 OE= J1	Normal	40" de arco (normal)	24/26mmHg	Anormal: Escavação papilar aumentada
31	Não	Não	Não	Não	OD=1,0 OE: 1,0	OD= --- OE= ---	OD=J1 OE= J1	OD=--- OE= --	Normal	50" de arco (normal)	14/14mmHg	Normal

**Continuação do APÊNDICE B – Teste de Sensibilidade ao Contraste em aeronavegantes não pilotos do sexo feminino**

<b>Nº Questionário</b>	<b>Refração</b>	<b>Erro refrativo</b>	<b>SC OD (log)</b>	<b>SC OE (log)</b>	<b>SC AO (log)</b>
<b>25</b>	OD= plano OE= plano	Não houve	1,65	1,65	1,95
<b>28</b>	OD= -0,75 esf -0,75 cil 90 OE= -0,75 esf -0,75 cil 90	Astigmatismo miópico	1,65	1,65	1,95
<b>31</b>	OD= plano OE= plano	Não houve	1,65	1,65	1,95

## APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



### UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA - UNIFA Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional - PPGDHO

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução 466/2012 do CNS)

**Projeto de Pesquisa: “ANÁLISE DA SENSIBILIDADE VISUAL AO CONTRASTE EM PILOTOS DA FAB: UM TESTE PREDITOR DE CAPACIDADE VISUAL PARA O DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL”**

#### Esclarecimentos ao participante da pesquisa

O(A) Sr(a). está sendo convidado para participar da pesquisa “**Análise da Sensibilidade Visual ao Contraste em Pilotos da FAB: um teste preditor de capacidade visual para o desempenho humano operacional**”.

A sensibilidade ao contraste mede a capacidade de ver detalhes em níveis de contraste baixos. A acuidade visual é um bom indicador dos fatores ópticos do olho, enquanto a função de sensibilidade ao contraste é um bom indicador, tanto dos fatores ópticos como dos fatores neurais da visão.

O objetivo deste estudo é analisar a função da sensibilidade ao contraste em pilotos da Força Aérea Brasileira (FAB) a qual pode revelar perdas visuais não detectáveis apenas na medida da acuidade visual. A partir das informações coletadas, verificar a necessidade de implantação desse teste em inspeções de saúde como complemento aos demais exames já realizados e identificar as possíveis variáveis relacionadas a alterações na visão de contraste no grupo avaliado.

Sua participação é voluntária, isto é, a qualquer momento o/a Sr(a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. A sua recusa não trará nenhum prejuízo na sua relação com as pesquisadoras ou com qualquer Organização Militar da FAB.

Ao participar do estudo o/a Sr(a). terá a oportunidade de avaliar sua função visual de modo mais completo em relação às medidas da acuidade visual normalmente realizadas.

A coleta de dados será realizada por meio de um teste de sensibilidade ao contraste e de um questionário, este último elaborado pelas próprias pesquisadoras para atender a especificidade desse estudo. O questionário contém 15 questões de múltipla escolha, que objetivam identificar características individuais (idade, tempo como piloto, esquadrão, posto) bem como de informações constantes do exame oftalmológico da inspeção de saúde e da realização do teste de sensibilidade ao contraste. Seu preenchimento não oferece risco, porém, considera-se a possibilidade de um risco subjetivo, pois algumas perguntas podem remeter à algum desconforto, evocar sentimentos ou lembranças desagradáveis. Caso algumas dessas

possibilidades ocorram, o/a Sr(a) poderá optar pela suspensão imediata da sua participação, sem qualquer ônus à sua pessoa. O questionário não apresenta campo para identificação do respondente, de modo que não há como identificar os participantes após a devolução do mesmo. Isso lhe assegura a total manutenção do anonimato e sigilo das informações prestadas, conforme item IV.8 da Resolução 466/2012 que dispõe sobre as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos. O tempo utilizado para responder ao questionário normalmente consumirá aproximadamente cinco minutos. Suas respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, ou seja, em nenhum momento será divulgado seu nome ou qualquer outra informação individual, em qualquer fase do estudo.

O teste que o/a Sr(a) deverá realizar (teste de sensibilidade ao contraste) é realizado na posição sentada, onde o examinador lhe apresentará uma tabela com optotipos com contraste decrescente a cada trio de letras. Será examinado cada olho separadamente e será emitida uma pontuação até a leitura de pelo menos 2 letras do trio de menor contraste lido.

O/A Sr(a). será imediatamente informado(a) sobre o resultado obtido no teste e, em caso de resultado desfavorável, será orientado(a) como proceder para minimizar os efeitos deletérios encontrados.

Todos os dados coletados serão analisados somente de forma agregada e poderão ser divulgados em eventos, revistas e/ou trabalhos científicos.

O/A Sr(a) não terá nenhum custo ou compensação financeira ao participar do estudo.

O/A Sr(a) receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas pela sua pessoa e pelas pesquisadoras responsáveis, onde constam as informações para contato com as mesmas, se necessário.

O/A Sr(a) poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e poderá retirar sua participação a qualquer momento que desejar.

### **Consentimento Livre e Esclarecido**

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa **“Análise da Sensibilidade Visual ao Contraste em Pilotos da FAB: um teste preditor de capacidade visual para o desempenho humano operacional”** e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas, de forma agregada, em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

As responsáveis pela pesquisa me informaram que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Força Aérea do Galeão, localizado na estrada do Galeão, 4101, na Ilha do Governador, Rio de Janeiro/RJ, CEP 21.941.353, telefone (21) 2468-5154, e-mail [solangecanavarro@globo.com](mailto:solangecanavarro@globo.com).

Estou ciente de que poderei acessar o referido Comitê de Ética em Pesquisa, responsável pela autorização da mesma, no caso de dúvidas ou se desejar fazer alguma denúncia relacionada a este estudo.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2019.

---

Assinatura do participante da pesquisa

### **Declaração dos pesquisadores responsáveis**

Como pesquisadoras responsáveis pelo estudo “**Análise da Sensibilidade Visual ao Contraste em Pilotos da FAB: um teste preditor de capacidade visual para o desempenho humano operacional**”, declaramos que assumimos a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodológicos e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade e informações prestadas pelo mesmo.

Declaramos ainda estar ciente que, na inobservância do compromisso ora assumido, estaremos infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura do pesquisador responsável

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura do pesquisador responsável

#### **Endereço para contato:**

Pesquisador responsável: Prof.<sup>a</sup>. Dra. Leonice Aparecida Doimo  
Universidade da Força Aérea (UNIFA): Av. Marechal Fontenelle, 1200; Campo dos Afonsos, CEP 21740-000 - Rio de Janeiro –RJ. PABX: (21) 2157-2500.

Pesquisador responsável: Janiny Mancini Rodrigues Silva de Paiva Valente- Maj QOMED  
Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL): Estrada do Galeão,3737; Ilha do Governador, CEP 21941-000 – Rio de Janeiro -RJ. PABX: (21) 2101-7100.

Se tiver alguma dúvida ou necessitar de mais esclarecimentos, por favor, entre em contato conosco: Maj Janiny, e-mail [janinyjmrspv@fab.mil.br](mailto:janinyjmrspv@fab.mil.br) e telefone (21) 98111-9643 ou Prof.<sup>a</sup>.Dra. Leonice Doimo, e-mail ladoimo1@gmail.com, celular (21) 99131-8476 e telefone (21) 2157-2758 (UNIFA).

### APÊNDICE D – Questionário para Pilotos

1. Peso referido: \_\_\_\_\_ Kg
2. Estatura referida: \_\_\_\_\_ m.
3. Raça: \_\_\_\_\_
4. Posto/Quadro/Especialidade: \_\_\_\_\_
5. Idade: \_\_\_\_\_ anos
6. Tempo de serviço: \_\_\_\_\_ anos
7. Total horas voadas: \_\_\_\_\_
8. Especialidade (Caça, Asas Rotativas, Transporte, Patrulha, Reconhecimento, outra- especifique): \_\_\_\_\_
9. Possui alguma doença crônica (hipertensão, diabetes mellitus, esclerose múltipla ou outras):  
( ) Não ( ) Sim Se sim, qual? \_\_\_\_\_
10. Sabe ser portador de alguma doença ocular (exemplo: glaucoma, catarata, ceratocone, neurite óptica, doenças da retina, etc): ( ) Não ( ) Sim Se sim, qual?  
\_\_\_\_\_
11. Faz uso de colírio de forma regular? ( ) Não ( ) Sim Se sim, qual?  
\_\_\_\_\_
12. Usa lentes corretoras? ( ) Não ( ) Sim Se respondeu sim, de qual tipo:  
( ) Para longe ( ) Para perto ( ) Multifocais ( ) Lentes de contato
13. Já realizou cirurgia refrativa: ( ) Não ( ) Sim Se respondeu sim, qual tipo de cirurgia? ( ) LASIK ( ) PRK ( ) Ceratotomia radial  
Há quanto tempo fez a cirurgia? \_\_\_\_\_  
Qual olho operou? ( ) Olho direito ( ) Olho esquerdo ( ) Ambos os olhos
14. Já realizou cirurgia de catarata? ( ) Não ( ) Sim. Se respondeu sim, qual olho operou? ( ) Olho direito ( ) Olho esquerdo ( ) Ambos os olhos  
Há quanto tempo fez a cirurgia? \_\_\_\_\_
15. Tem alguma queixa visual? ( ) Não ( ) Sim. Se sim, qual?  
\_\_\_\_\_
16. Possui dificuldade para enxergar em ambientes com iluminação reduzida ou sob condição visual adversa (nevoeiro, amanhecer, entardecer)? ( ) Não ( ) Sim

#### **Exame Oftalmológico (a ser preenchido pelo examinador)**

Acuidade Visual			
Para longe sem correção	OD:	Para perto sem correção	OD:
	OE:		OE:
Para longe com correção	OD:	Para perto com correção	OD:
	OE:		OE:
Visão de Cores		Visão de Profundidade	
PIO		Fundo de olho	

### APÊNDICE E – Questionário para Aeronavegantes não pilotos

1. Peso referido: \_\_\_\_\_ Kg
2. Estatura referida: \_\_\_\_\_ m.
3. Raça: \_\_\_\_\_
4. Posto/Quadro/Especialidade: \_\_\_\_\_
5. Idade: \_\_\_\_\_ anos
6. Tempo de serviço: \_\_\_\_\_ anos
7. Possui alguma doença crônica (hipertensão, diabetes mellitus, esclerose múltipla ou outras):  
( ) Não ( ) Sim Se sim, qual? \_\_\_\_\_
8. Sabe ser portador de alguma doença ocular (exemplo: glaucoma, catarata, ceratocone, neurite óptica, doenças da retina, etc.): ( ) Não ( ) Sim Se sim, qual? \_\_\_\_\_
9. Faz uso de colírio de forma regular? ( ) Não ( ) Sim Se sim, qual?  
\_\_\_\_\_
10. Usa lentes corretoras? ( ) Não ( ) Sim Se respondeu sim, de qual tipo:  
( ) Para longe ( ) Para perto ( ) Multifocais ( ) Lentes de contato
11. Já realizou cirurgia refrativa: ( ) Não ( ) Sim Se respondeu sim, qual tipo de cirurgia? ( ) LASIK ( ) PRK ( ) Ceratotomia radial  
Há quanto tempo fez a cirurgia? \_\_\_\_\_  
Qual olho operou? ( ) Olho direito ( ) Olho esquerdo ( ) Ambos os olhos
12. Já realizou cirurgia de catarata? ( ) Não ( ) Sim. Se respondeu sim, qual olho operou? ( ) Olho direito ( ) Olho esquerdo ( ) Ambos os olhos  
Há quanto tempo fez a cirurgia? \_\_\_\_\_
13. Tem alguma queixa visual? ( ) Não ( ) Sim. Se sim, qual?  
\_\_\_\_\_
14. Possui dificuldade para enxergar em ambientes com iluminação reduzida ou sob condição visual adversa (nevoeiro, amanhecer, entardecer)? ( ) Não ( ) Sim

#### **Exame Oftalmológico (a ser preenchido pelo examinador)**

Acuidade Visual			
Para longe sem correção	OD:	Para perto sem correção	OD:
	OE:		OE:
Para longe com correção	OD:	Para perto com correção	OD:
	OE:		OE:
Visão de Cores		Visão de Profundidade	
PIO		Fundo de olho	

## ANEXO A - Folha de pontuação para teste de sensibilidade ao contraste da Tabela de Pelli-Robson.

### PELLI-ROBSON CONTRAST SENSITIVITY TEST

0.00 <b>VRS KDR</b> 0.15 0.30 <b>NHC SOK</b> 0.45 0.60 <b>SCN OZV</b> 0.75 0.90 <b>CNH ZOK</b> 1.05 1.20 <b>NOD VHR</b> 1.35 1.50 <b>CDN ZSV</b> 1.65 1.80 <b>KCH ODK</b> 1.95 2.10 <b>RSZ HVR</b> 2.25	0.00 <b>VRS KDR</b> 0.15 0.30 <b>NHC SOK</b> 0.45 0.60 <b>SCN OZV</b> 0.75 0.90 <b>CNH ZOK</b> 1.05 1.20 <b>NOD VHR</b> 1.35 1.50 <b>CDN ZSV</b> 1.65 1.80 <b>KCH ODK</b> 1.95 2.10 <b>RSZ HVR</b> 2.25	0.00 <b>VRS KDR</b> 0.15 0.30 <b>NHC SOK</b> 0.45 0.60 <b>SCN OZV</b> 0.75 0.90 <b>CNH ZOK</b> 1.05 1.20 <b>NOD VHR</b> 1.35 1.50 <b>CDN ZSV</b> 1.65 1.80 <b>KCH ODK</b> 1.95 2.10 <b>RSZ HVR</b> 2.25
--	--	--

Right Eye

Binocular

Left Eye

Log Contrast Sensitivity: _____	Log Contrast Sensitivity: _____	Log Contrast Sensitivity: _____
Acuity: _____	Acuity: _____	Acuity: _____
Correction: _____		Correction: _____
Pupil Diameter: _____ mm		Pupil Diameter: _____ mm

Name: _____	Comments: _____
Age, Sex: _____	_____
Diagnosis: _____	_____
Medications: _____	_____
Date: _____	_____
Examiner: _____	_____



## ANEXO B – Aprovação do Comitê de Ética

HOSPITAL DE FORÇA AÉREA  
DO GALEÃO



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise da Sensibilidade Visual ao Contraste em Pilotos da FAB: um teste preditor de capacidade visual para o desempenho humano operacional

**Pesquisador:** LEONICE APARECIDA DOIMO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 15796719.0.0000.5250

**Instituição Proponente:** COMANDO DA AERONAUTICA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.476.886

#### Apresentação do Projeto:

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. A visão inclui várias funções, como acuidade visual, visão de cores, campo visual e sensibilidade visual ao contraste. Esta última é a medida da capacidade de discernir uma imagem entre luminâncias de diferentes níveis. A sensibilidade visual ao contraste pode estar alterada em certos estados como por exemplo, após cirurgia refrativa e em algumas doenças oftalmológicas como glaucoma, catarata, ceratocone, degeneração macular, retinopatia diabética e neuropatia óptica. O teste de sensibilidade visual ao contraste não faz parte da rotina de inspeções de saúde dos oficiais aviadores por não estar previsto na ICA 160-6. Portanto, sua introdução na rotina de inspeções teria utilidade como instrumento de avaliação do desempenho visual em pilotos e no diagnóstico precoce de patologias uma vez que pode revelar perdas visuais não detectáveis apenas com a medida da acuidade visual.

#### Objetivo da Pesquisa:

Verificar como se apresenta a sensibilidade visual ao contraste em aeronavegantes pilotos e não pilotos da FAB e a necessidade de implantação desse teste nas inspeções iniciais e periódicas para os quadros de oficial aviador (QOAv) como complemento aos demais exames já realizados no CEMAL. Critérios de inclusão: aeronavegantes da ativa da FAB (pilotos e não pilotos), do sexo

**Endereço:** Est. do Galeão 4101

**Bairro:** Ilha do Governador

**CEP:** 21.941-353

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2468-5154

**Fax:** (21)2468-5268

**E-mail:** solangecanavarro@globo.com

## HOSPITAL DE FORÇA AÉREA DO GALEÃO



Continuação do Parecer: 3.476.886

masculino. Critérios de exclusão: serão excluídos da pesquisa os militares da reserva remunerada por não estarem envolvidos diretamente na atividade aérea operacional e mulheres por não constituírem um grupo representativo de pilotos em relação ao grupo masculino.

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Não há riscos pois trata-se de um estudo não intervencionista (sem intervenções clínicas).

**BENEFÍCIOS:** oportunidade de avaliar a função visual de modo mais completo em relação às medidas da acuidade visual normalmente realizadas. O participante será imediatamente informado sobre o resultado obtido no teste e, em caso de resultado desfavorável, será orientado a como proceder para minimizar os efeitos deletérios encontrados.

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é relevante pois a introdução na rotina de inspeções do teste de sensibilidade visual ao contraste pode revelar perdas visuais não detectáveis através do teste clássico de acuidade visual.

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os Termos foram apresentados corretamente.

### **Recomendações:**

Este CEP solicita que seja alterado o e-mail deste CEP para: biblioteca.hfag@gmail.com

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há.

### **Considerações Finais a critério do CEP:**

### **Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1379686.pdf	17/06/2019 09:20:49		Aceito
Outros	QUESTIONARIO.pdf	17/06/2019 09:19:13	LEONICE APARECIDA DOIMO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TLCE.pdf	17/06/2019 09:18:16	LEONICE APARECIDA DOIMO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO_CEMAL.pdf	17/06/2019 09:18:05	LEONICE APARECIDA DOIMO	Aceito
Projeto Detalhado	PROJETO.pdf	17/06/2019	LEONICE	Aceito

**Endereço:** Est. do Galeão 4101  
**Bairro:** Ilha do Governador **CEP:** 21.941-353  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2468-5154 **Fax:** (21)2468-5268 **E-mail:** solangecanavarro@globo.com

HOSPITAL DE FORÇA AÉREA  
DO GALEÃO



Continuação do Parecer: 3.476.886

/ Brochura Investigador	PROJETO.pdf	09:17:45	APARECIDA DOIMO	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_ROSTO.pdf	17/06/2019 09:17:29	LEONICE APARECIDA DOIMO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 30 de Julho de 2019

---

**Assinado por:**  
**MARCELO ROLLA DE SOUZA**  
 (Coordenador(a))