

# Carga de trabalho de instrutores da AFA durante uma instrução de formatura na aeronave T-27

**Marcelo Furtado de Almeida**  0009-0000-6662-1158

Corpo de Alunos, Escola Preparatória de Cadetes do Ar, EPCAR, Barbacena, MG, Brasil

**Fábio Angioluci Diniz Campos**  0000-0002-2626-793X

Academia da Força Aérea, AFA, Pirassununga, SP, Brasil

## RESUMO

A alta demanda cognitiva, inerente ao voo, é identificada como um fator fundamental que contribui substancialmente para a carga de trabalho (CT) dos pilotos. Essa CT, por sua vez, tem impacto na fadiga, no desempenho e na segurança de voo. O estudo proposto tem como objetivo avaliar a CT de instrutores de voo militares. Aprofundando-se na conceituação e mensuração da CT, o estudo reconhece sua natureza subjetiva, influenciada por diversas dimensões. A pesquisa foi conduzida com 22 instrutores de voo da Academia da Força Aérea (AFA), focalizando voos de formatura. Como procedimentos metodológicos adotados, o estudo utilizou o questionário NASA-TLX para mensurar a percepção da CT dos instrutores. Os resultados obtidos indicam níveis significativamente elevados de CT, com atenção particular para dimensões como Desempenho, Demanda Mental e Esforço. Essa CT acentuada é associada à necessidade constante de monitorarem-se detalhes cruciais durante voos de treinamento, especialmente ao supervisionarem-se pilotos em formação para garantir a qualidade da instrução e a segurança de voo. Concluindo, este estudo destaca a importância de análise da CT dos instrutores de voo para compreensão dos níveis de estresse envolvidos e as dimensões mais influentes nesse contexto. A compreensão da intensidade da CT e das áreas que mais contribuem para sua formação é relevante para a adoção de medidas mitigadoras e o gerenciamento da condição mental dos instrutores de voo.

**Palavras-chave:** Aviadores; carga de trabalho; instrução aérea.

## ***Workload of AFA instructors when conducting formation flights training on the T-27 aircraft***

### ABSTRACT

*The high cognitive demand inherent in flying is identified as a fundamental factor contributing substantially to pilots' workload (WL). This WL, in turn, impacts fatigue, performance, and flight safety. The proposed study aims to evaluate the WL of military flight instructors. Delving into the conceptualization and measurement of WL, the study acknowledges its subjective nature,*

*influenced by various dimensions. The research was conducted with 22 flight instructors from the Air Force Academy (AFA), focusing on formation flights. Methodological procedures included the use of the NASA-TLX questionnaire to measure instructors' perception of WL. The results indicate significantly elevated levels of WL, with particular attention to dimensions such as Performance, Mental Demand, and Effort. This pronounced WL is associated with the constant need to monitor crucial details during training flights, especially when supervising pilots in formation to ensure the quality of instruction and flight safety. In conclusion, this study highlights the importance of analyzing the WL of flight instructors to understand the levels of stress involved and the most influential dimensions in this context. Understanding the intensity of WL and the areas that contribute most to its formation is relevant for adopting mitigating measures and managing the mental condition of flight instructors.*

**Keywords:** *Aviators; workload; flight instruction.*

## **Carga de trabajo de los instructores de la AFA al llevar a cabo entrenamiento de vuelos de formación en la aeronave T-27**

### **RESUMEN**

*La alta demanda cognitiva inherente al vuelo se identifica como un factor fundamental que contribuye sustancialmente a la carga de trabajo (CT) de los pilotos. Esta CT, a su vez, afecta la fatiga, el rendimiento y la seguridad de vuelo. El estudio propuesto tiene como objetivo evaluar la carga de trabajo de los instructores militares de vuelo, utilizando el cuestionario NASA-TLX como herramienta analítica. Profundizando en la conceptualización y medición de la CT, el estudio reconoce su naturaleza subjetiva, influenciada por diversas dimensiones. La investigación involucra a 22 instructores de vuelo de la Academia de la Fuerza Aérea (AFA), centrándose en los vuelos de formación. Metodológicamente, el estudio empleó el cuestionario NASA-TLX para medir la percepción de la CT de los instructores. Los resultados obtenidos indican niveles significativamente elevados de CT para los instructores, con especial atención a dimensiones como Rendimiento, Demanda Mental y Esfuerzo. Esta carga de trabajo pronunciada se asocia con la necesidad constante de monitorear detalles cruciales durante los vuelos de entrenamiento, especialmente al supervisar a los pilotos en formación para garantizar la calidad de la instrucción y la seguridad de vuelo. En conclusión, este estudio subraya la importancia de analizar la carga de trabajo de los instructores de vuelo para comprender los niveles de estrés involucrados y las dimensiones más influyentes en este contexto. Comprender la intensidad de la CT y las áreas que contribuyen es relevante para la adopción de medidas mitigadoras y la gestión del estado mental de los instructores de vuelo.*

**Palabras clave:** *Aviadores; carga de trabajo; instrucción de vuelo.*



---

## 1 INTRODUÇÃO

O homem sempre foi fascinado pelo voo, visto que, desde o tempo de Leonardo da Vinci, por volta de 1487, já se imaginava voando por meio de dispositivos que o dariam essa capacidade (Duncan, 2016; Murphy, 2005). Esse sonho começou a ser realizado em 1906, quando um brasileiro, Alberto Santos Dumont, construiu o primeiro avião (Greco et al., 2003). A partir desse fato, o avião foi sendo aprimorado rapidamente, chegando a ser utilizado em conflitos armados, como a primeira guerra mundial, 1914 a 1918, e, embora ainda em seu primórdio, o avião deu uma contribuição importante para o conflito e tornou-se um objeto de admiração (Murphy, 2005).

Mesmo com os êxitos alcançados até então, o avião dessa época ainda não era seguro. Muitos incidentes, acidentes e fatalidades ocorreram devido à falha estrutural de componentes do avião ou devido à falha do motor. Diante desse problema, atitudes foram tomadas pelos estudiosos da aviação para tornar o avião mais confiável, porém, à medida que se expandiram as capacidades dos veículos, as aeronaves rapidamente excederam a capacidade humana de exercer o controle suficiente para garantir o melhor resultado e segurança do voo (Wise; Hopkin; Garland, 2010).

É importante destacar que é crítico o papel que os humanos, principalmente os pilotos, desempenham nesse sistema homem-máquina, pois são diversos os problemas e desafios a serem superados pela percepção, fisiologia e cognição humana de adaptação ao voo (Wise; Hopkin; Garland, 2010). Por isso, pilotar uma aeronave é uma tarefa complexa e exige que o operador desenvolva inúmeras habilidades (Wilson, 2002). Um exemplo dessas habilidades é a capacidade de gerenciamento de grandes quantidades de informações em um ambiente muito dinâmico, devendo essas informações serem interpretadas e utilizadas no processo decisório do voo (Villafaina et al., 2021). Essa característica expõe o piloto a elevada carga cognitiva e pressão emocional (García-Mas *et al.*, 2016), pois, dependendo das condições em que se manifestam, podem aumentar a probabilidade de erros humanos e gerar resultados catastróficos (Wilson, 2002; Wang; Fu, 2016).

A elevada demanda cognitiva gerada pelo voo contribui para a carga de trabalho (CT) experimentada pelo piloto, sendo a CT, segundo Lysaght *et al.* (1989), o reflexo do desgaste resultante da execução de uma tarefa em condições específicas, aliada à capacidade do operador em responder a essas demandas. Esse desgaste pode afetar o desempenho do operador na execução da tarefa, pois a CT é considerada um determinante da qualidade de desempenho. É necessário enfatizar que, na análise da relação da CT com o desempenho, devem ser considerados todos os aspectos de sua formação, pois, segundo Hart e Staveland (1988), a CT é influenciada por uma série de fatores que podem favorecer, de forma sutil ou substancial, a sua variabilidade.

Nesse contexto, a instrução de voo, principalmente, a instrução de voo militar possui peculiaridades importantes, pois segundo Mcdale (2008), o treinamento de pilotos alunos inexperientes em manobras complexas gera no instrutor uma alta CT. Além disso, a natureza repetitiva da instrução pode contribuir para a redução do nível de atenção do instrutor, pois



os instrutores de voo, normalmente, estão sujeitos à fadiga devido à longa jornada de trabalho e à intensa CT gerada por esse tipo de voo.

Assim, este estudo possui o objetivo de mensurar a CT de um instrutor de voo militar ao ministrar uma instrução de voo de formatura na Academia da Força Aérea (AFA). É hipótese deste estudo que a instrução gera uma alta demanda mental, que, por sua vez, contribui para a formação de um índice geral de CT também elevado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CARGA DE TRABALHO

A CT não possui uma definição amplamente aceita na comunidade científica. A dificuldade em definir a carga de trabalho de um operador é relacionada às possibilidades legítimas, nas quais podem ser consideradas, por exemplo, três categorias: quantidade de trabalho e número de coisas para fazer; tempo e aspecto particular do tempo com o qual se está preocupado; e as experiências psicológicas subjetivas do operador humano (Lysaght *et al.*, 1989).

Para Rolfe (1973), a CT é parte de qualquer situação em que se espera o trabalho do operador e é uma combinação das demandas da tarefa e das capacidades desse operador. Segundo Hart e Staveland (1988), a CT retrata o custo despendido por operadores humanos para atingir o desempenho pretendido, portanto não é definida exclusivamente pela demanda da tarefa, mas sim por uma combinação de fatores que podem ter relevância diferente para diferentes indivíduos.

Diante disso, a principal razão de medir-se a CT é quantificar o custo mental da execução de tarefas para prever-se o desempenho do operador e do sistema. Como tal, é uma medida provisória que deve fornecer informações sobre onde o aumento da demanda de tarefas pode levar a um desempenho inaceitável (Cain, 2007).

Intimamente associado ao desempenho de uma tarefa está o esforço necessário para realizar uma tarefa. Deste ponto de vista, a carga de trabalho não depende apenas da tarefa específica a ser realizada, mas também vincula a capacidade atual do operador para realizar a tarefa. Ou seja, será necessário um esforço maior para realizar um ato, não apenas se a capacidade da pessoa para realizar aquela tarefa for inerentemente limitada, mas também quando os recursos necessários para realizar a tarefa estiverem parcialmente esgotados (Lysaght *et al.*, 1989, p. 21).

Os recursos ou capacidades da execução de uma tarefa podem esgotar para um operador à medida em que a complexidade dessa tarefa aumenta, pois, à medida que uma tarefa se torna mais difícil, recursos adicionais são direcionados na tentativa de manter o desempenho e, com isso, diminuir a quantidade de recursos que poderiam ser utilizados no processamento de outras tarefas (Kramer; Sirevaag; Braune, 1987).

Estudos recentes apontam que a CT está relacionada ao desempenho, à fadiga e à segurança de voo (Charles; Nixon, 2019; Hancock *et al.*, 2021; Tao *et al.*, 2019) e, que uma estimativa de sua intensidade pode trazer benefícios, como identificar causas de queda do desempenho e criar treinamentos individualizados (Hebbar *et al.*, 2021).



Outra forma de compreender-se a CT e os aspectos a ela relacionados é saber como mensurar essa grandeza e, por tratar-se de um constructo psicológico, uma das alternativas é que a CT seja medida por meios subjetivos, pois estes tentam quantificar as interpretações e julgamentos pessoais de uma demanda vivenciada (Cain, 2007). Hart e Staveland (1988) defendem que as classificações subjetivas, por aproximarem-se da essência da CT, tornam-se indicadores mais sensíveis, porém alertam que as avaliações subjetivas são suscetíveis a vieses, preconceitos e somente levam em conta as experiências lembradas pelo operador.

Entre as ferramentas que possibilitam a mensuração da CT, tem-se o *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX), um método subjetivo amplamente utilizado para avaliar a CT de um operador durante a realização de uma tarefa (Hart, 2006; Virtanen et al., 2022). Criado em 1988, é o resultado de um programa de pesquisa desenvolvido por Hart e Staveland (1988), que tem como objetivo ser uma escala de classificação sensível das variações da CT, dentro das tarefas e entre elas, a ser diagnosticada com relação às fontes da carga de trabalho.

### 2.1.1 Carga de trabalho de um piloto

A CT de um piloto tem origem na quantidade e na complexidade das tarefas mentais que ele precisa realizar durante a operação da aeronave. Isso inclui não apenas as tarefas físicas, a exemplo da utilização dos comandos de controle da aeronave, mas também o processamento de informações sensoriais, tomada de decisões, monitoramento do ambiente, comunicação com os órgãos de controle e gestão de recursos de cabine. Toda essa exigência faz ser altamente complexa a tarefa de pilotar uma aeronave, pois demanda do piloto proficiência em várias habilidades (Wilson, 2002).

Assim, a exigência no desempenho de pilotos é grande, dada a natureza da atividade, que exige um esforço mental elevado. Esse esforço mental está relacionado à quantidade de informações e ao nível de processamento que essas informações exigem do cérebro durante a realização de uma atividade (García-Mas *et al.*, 2016).

Esses dois aspectos, quantidade de informações e nível de processamento das informações, variam no decorrer do voo e, quando a demanda cognitiva atinge níveis altos, pode gerar no piloto um estado ou condição de estresse que pode contribuir para que a tripulação entre em uma espécie de “visão de túnel”, que é a condição em que o piloto ou perde a consciência situacional do que está acontecendo com sua aeronave e no entorno dela, ou fica mentalmente bloqueado para obter informações necessárias à manutenção da condição segura de voo (Rouwhorst *et al.*, 2017).

Essa condição de estresse pode afetar a habilidade do piloto de processar informações de forma eficiente e avaliar adequadamente as circunstâncias do ambiente aeronáutico, sendo assim, um risco para a segurança de voo.



## 3 MÉTODO

### 3.1 DESENHO DO ESTUDO E PARTICIPANTES

Esse é um estudo observacional transversal que utilizou o questionário NASA-TLX como ferramenta subjetiva, na mensuração da CT de pilotos militares ao realizarem uma instrução de voo. A amostragem por conveniência não probabilística foi composta por 26 pilotos do sexo masculino, instrutores da aeronave T-27 “Tucano” (EMB 312, Embraer), que ministravam aulas na Academia da Força Aérea no ano de 2021. Desses 26 pilotos militares, 4 foram excluídos do estudo por problemas ocorridos na coleta de dados, permanecendo um total de 22 pilotos que compuseram o quantitativo total da amostra do estudo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos local e todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### 3.2 PROCEDIMENTOS

O estudo foi realizado em duas etapas. A primeira ocorreu por meio da apresentação do estudo, objetivos e métodos aos participantes e aplicação de um questionário com questões relacionadas a aspectos de caracterização da amostra (idade e tempo de serviço) e identificação da experiência de voo dos instrutores (experiência total de voo, experiência como instrutores na AFA e experiência de instrução na aeronave T27). O referido questionário foi respondido em formato *online* via *Google Forms*. A segunda etapa consistiu na coleta de dados relativos ao voo. Nessa fase foram coletados, por meio da aplicação do questionário NASA-TLX, os dados referentes à CT dos instrutores de voo após a realização de uma instrução de voo de formatura. A coleta foi realizada durante voos do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAV), ocasião em que os Instrutores de Voo instruíam os cadetes do 4º esquadrão (pilotos do último ano de formação da AFA).

Cada instrutor realizou um voo com perfil padronizado, duração média de uma hora e função a bordo definida. O preenchimento do questionário deu-se de forma eletrônica, após o voo, mas no mesmo dia. Assim sendo, a coleta foi realizada em um ambiente operacional real de atuação do instrutor de voo.

### 3.3 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

#### 3.3.1 Informações pessoais e experiência laboral

As informações pessoais e de experiência laboral foram obtidas por meio de respostas a um questionário estruturado, elaborado pelos pesquisadores e respondido



*on-line*. A idade foi obtida em anos completos no momento da resposta ao questionário. A informação sobre o momento de carreira do voluntário foi obtida por meio do tempo total de serviço, em anos completos no momento da resposta ao questionário, posto tratar-se do grau hierárquico do oficial e do tipo de aviação em que o piloto é especializado. A experiência de voo foi obtida por meio da somatória acumulada das horas totais de voo na carreira, das horas de instrução ministrada na AFA, independente da aeronave utilizada e das horas de instrução ministradas na Aeronave T-27 “Tucano” (EMB 312, Embraer).

### 3.3.2 Questionário NASA-TLX

O questionário NASA-TLX é o resultado de um programa de pesquisa desenvolvido por Hart e Staveland (1988) que visa identificar os fatores associados à CT subjetiva. No decorrer do tempo, tornou-se uma ferramenta bastante utilizada na literatura (Bezerra; Ribeiro, 2012; Veltman; Gaillard, 1996; Zheng et al., 2019) para a mensuração da carga de trabalho, não só de pilotos, mas também de outros tipos de profissionais. Esse instrumento é de fácil administração devido ao reduzido número de itens. Concomitantemente, é possível relatar as subescalas individuais juntamente com a pontuação total do NASA-TLX, o que amplia a capacidade de diagnóstico do instrumento (Hertzum, 2021). Nesse estudo, o referido questionário foi adaptado para aplicação eletrônica por meio do recurso *Google Forms*.

Conforme publicação original, a pontuação de carga de trabalho global NASA-TLX é a média ponderada de seis subescalas, também encontradas nominadas na literatura de dimensões ou fatores, a saber: Demanda Mental (DM), Demanda Física (DF), Demanda Temporal (DT), Nível de frustração (FR), Esforço (ES) e Desempenho (DE).

As escalas são classificadas cada uma por meio de uma pontuação de 0 a 100. A classificação dessas subescalas deve ser seguida de um procedimento de ponderação, que consiste em indicar a subescala mais significativa em cada um dos 15 possíveis pares de subescalas. O peso de cada subescala corresponde ao número de vezes em que ela é considerada mais significativa. O NASA-TLX é, então, calculado como a soma da contribuição ponderada (isto é, classificação multiplicada pelo peso) de cada subescala dividida por 15. A ponderação destina-se a adequar o instrumento TLX à tarefa, enfatizando as dimensões mais significativas da tarefa (Hertzum, 2021).

As descrições específicas de todos os fatores investigados no questionário são apresentadas no Quadro 1 (Hart; Staveland, 1988).



**Quadro 1 – Descrição dos fatores utilizados no NASA-TLX.**

Fator	Âncora	Descrição
Demanda Mental (DM)	Pouco/ Muito	Atividade mental requerida para a realização do trabalho (tomada de decisões, memorização, raciocínio, etc.); o trabalho envolve tarefas simples ou complexas, fáceis ou exigentes.
Demanda Física (DF)	Pouco/ Muito	Atividade física requerida para a realização do trabalho.
Demanda Temporal (DT)	Pouco/ Muito	Nível de pressão imposto para a realização do trabalho.
Esforço - físico e mental (ES)	Pouco/ Muito	O quanto se tem de trabalhar, física e mentalmente, para atingir-se um nível desejado de performance ou desempenho.
Desempenho (DE)	Satisfeito / Insatisfeito	Nível de satisfação com o desempenho pessoal para a realização do trabalho; o quanto se teve de satisfação com o desempenho ou a performance para o alcance de determinada meta.
Nível de frustração (FR)	Satisfeito / Insatisfeito	O quão insegura, irritada, desencorajada, estressada, contrariada versus segura, gratificada, satisfeita, relaxada e complacente a pessoa se sente durante a realização da tarefa.

**Fonte:** Diniz; Guimarães, 2003, p. 86.

### 3.3.3 Análise Estatística

Os dados coletados foram tabulados em planilha Excel (Pacote Microsoft Office 365). Foi realizada a caracterização da amostra por meio da estatística descritiva, com cálculo da média, desvio padrão, intervalo de confiança (95%) e valores mínimo e máximo. Foram realizados cálculos de média e desvio padrão na análise (pesos e taxas) das demandas de desempenho, demanda temporal, demanda mental, esforço, demanda física, frustração e também no índice da carga de trabalho.

## 4 RESULTADOS

Os dados descritivos da caracterização da amostra são apresentados na Tabela 1. Os resultados extraídos do formulário NASA-TLX, apresentados na



Tabela 2, mostram que o maior índice obtido de CT foi 91,3 pontos, atingido pelo instrutor nº 18, e o menor índice foi de 28,6, atingido pelo instrutor nº 9. A média de todos os índices foi de 69,8. As dimensões que mais contribuíram para o peso da CT foram DE e DM, e as dimensões que mais contribuíram para as taxas foram DE e ES.

A literatura menciona que uma das principais fontes de CT para os instrutores de voo é a necessidade de estes permanecerem, constantemente, atentos durante os voos de treinamento. Eles precisam monitorar de perto as ações dos pilotos em treinamento, garantindo que sigam os procedimentos corretos, ajam de acordo com as diretrizes de segurança e estejam cientes do que acontece ao seu redor. Essa atenção constante exige um alto nível de concentração e vigilância, o que aumenta a carga mental dos instrutores.

O objetivo geral deste estudo foi, portanto, analisar a CT gerada pelo voo nos instrutores da AFA. Para realização da análise, recorreu-se a ferramentas e metodologias consagradas na literatura para preenchimento dessa lacuna de conhecimento.

A ferramenta escolhida foi o questionário NASA-TLX, que nos permitiu atingir um dos objetivos do estudo, que consistiu em mensurar-se, de forma subjetiva, a carga de trabalho do instrutor de voo ao realizar uma instrução de formatura. Conforme os resultados mencionados, esse objetivo foi alcançado com sucesso, visto que se conseguiu mensurar a intensidade da CT a que o instrutor de voo da AFA está exposto. Em comparação aos resultados de outros estudos, conclui-se que essa carga de trabalho é alta, identificando-se, também, que as dimensões mais favoráveis à CT foram Desempenho, Demanda Mental e Esforço.

**Tabela 1 – Estatística Descritiva da Amostra (n=22).**

Variáveis	Média (DP)	95% IC	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	32 ± 3	30 – 33	28	37
Tempo de Serviço (anos)	14 ± 3	13 – 15	10	20
Experiência Total de Voo (horas)	1702 ± 528	1467 – 1936	800	2800
Experiência de Instrução na AFA (horas)	862 ± 478	650 – 1074	100	1500
Experiência de Instrução no T27 (horas)	560 ± 401	382 – 737	50	1450

**Fonte:** Os autores. DP = Desvio Padrão. 95% IC = Intervalo de confiança de 95%.



**Tabela 2** – Análise descritiva das respostas individuais no preenchimento do NASA-TLX (n=22).

Instrutor	Pesos						Taxas						ICT
	DE	DT	DM	ES	DF	FR	DE	DT	DM	ES	DF	FR	
1	2	0	5	4	3	1	80	30	80	80	60	40	73,3
2	3	2	4	4	1	1	60	70	90	60	60	30	67,3
3	3	4	2	1	5	0	60	70	50	60	60	10	61,3
4	3	3	4	4	1	0	90	70	90	80	60	20	81,3
5	1	4	5	2	3	0	70	70	80	60	70	40	72,0
6	3	1	5	4	2	0	90	80	90	90	60	20	85,3
7	4	1	4	4	0	2	80	80	70	80	60	40	72,0
8	5	4	3	2	1	0	80	50	70	90	50	90	69,3
9	5	1	1	4	2	2	50	20	20	20	20	10	28,6
10	5	4	3	1	2	0	90	70	70	80	60	20	76,0
11	4	3	5	2	1	0	50	60	50	30	60	20	50,0
12	5	0	3	2	3	2	90	10	80	80	80	30	76,6
13	5	2	1	4	3	0	70	60	70	70	80	40	70,6
14	2	2	5	4	2	0	60	70	80	90	60	30	76,0
15	4	1	2	5	3	0	90	30	20	30	30	10	44,6
16	5	1	2	4	3	0	80	60	60	60	60	30	66,6
17	3	2	4	5	1	0	80	70	100	80	30	30	80,6
18	4	2	5	3	1	0	90	70	100	100	70	20	91,3
19	2	1	5	4	1	2	60	50	90	90	60	20	72,0
20	5	4	1	2	2	1	90	70	100	100	70	20	62,6
21	5	0	4	3	1	2	90	30	90	100	70	20	81,3
22	2	4	5	3	0	1	70	80	80	90	80	20	76,6
<b>Média</b>	3,6	2,0	3,5	3,2	1,8	0,6	76	58	74	74	60	28	69,8
<b>Desvio Padrão</b>	1,2	1,4	1,4	1,1	1,2	0,8	14	21	23	23	16	17	14,0

**Fonte:** Os autores. DE = Desempenho; DT = Demanda Temporal; DM = Demanda Mental; ES = Esforço; DF = Demanda Física; FR = Frustração; ICT = Índice de Carga de Trabalho.

## 5 DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi mensurar a CT do instrutor de voo militar ao ministrar uma instrução de voo de formatura na AFA. Para isso, o questionário NASA-TLX foi utilizado como ferramenta subjetiva para mensurar-se a percepção da CT gerada pelo voo.

A utilização do questionário NASA-TLX apresenta diversas vantagens. Primeiramente, a ampla utilização do questionário fornece uma vasta disponibilidade de valores de referência obtidos em estudos anteriores. Esses valores preexistentes

permitiram a comparação dos resultados obtidos nesse estudo com os dados já coletados, fornecendo uma base sólida para a avaliação da CT percebida no voo. Além disso, as contribuições das subescalas individuais para a pontuação geral do TLX podem ser comparadas aos padrões das subescalas nos valores de referência. Isso possibilita uma análise mais aprofundada das áreas específicas da CT (Hertzum, 2021).

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam um índice de CT médio, considerando os 22 pilotos, de 69,8 pontos, mínimo de 28,6 e valor máximo de 91,3 pontos. A dispersão dos valores médios indica a individualidade do piloto na percepção da CT gerada pela execução de um voo padronizado e, possivelmente, a influência do ambiente na percepção da CT. Isso ocorre porque, apesar de o perfil dos voos ter sido padronizado, eles aconteceram em dias, horários e aviões diferentes, e cada uma dessas condições pode ter influenciado a percepção da CT total de forma a aumentá-la ou diminuí-la para cada piloto. Essa interpretação é similar ao estudo de Hart e Staveland (1988, p. 140).

As demandas reais impostas por uma tarefa durante sua execução por um operador específico podem ser modificadas por uma série de fatores (por exemplo, ambiente, falhas do sistema, erros do operador) que são exclusivos dessa ocorrência. Esses fatores incidentais podem contribuir com fontes sutis ou substanciais de variabilidade para a carga de trabalho imposta pela tarefa de um desempenho para outro.

A revisão sistemática de Grier (2015), realizada com 152 estudos e que levou em consideração a tarefa de controle e operação de aviões ou helicópteros reais ou simulados, encontrou 47,7 pontos como valor médio para a CT e valor máximo de 74 pontos. Ao serem comparados os resultados do estudo com a referida revisão sistemática, observou-se que os valores nele encontrados são mais elevados. Isso demonstra que, assim como em outros estudos, o voo gerou considerável CT para o piloto (Grier; 2015), sendo que a diferença apresentada nos valores da CT, possivelmente, resulta de maior exigência gerada pelo perfil de voo de instrução (Mcdale, 2008).

As dimensões que mais contribuíram para a CT foram DE, DM e ES. Esse resultado coincide com os achados da revisão sistemática de Hertzum (2021), realizada com 34 estudos em que o NASA-TLX foi aplicado após a realização de uma tarefa de voo, em que essas 3 dimensões também foram as que mais contribuíram para a CT. Esses achados reforçam a existência da pressão emocional por desempenho gerada pelo voo em pilotos (García-Mas et al., 2016), dada a grande exigência da capacidade cognitiva do piloto na ação de pilotar um avião (Wilson, 2002).

O estudo confirmou as hipóteses estabelecidas, destacando que a demanda mental gerada pelo ato de voar é elevada. Além disso, a pesquisa também revelou que a CT associada à instrução de voo é igualmente substancial. Esse resultado é relevante, pois, para garantir-se a segurança do voo, são necessárias uma visão mais específica dos níveis de estresse dos pilotos durante o voo, a origem desse estresse e a forma com que esse voo afeta o desempenho dos pilotos (CAO *et al.*, 2019).



## 6 CONCLUSÕES

A relevância dos resultados obtidos reside na compreensão da intensidade da CT do instrutor de voo e na utilização de ferramentas que podem identificar as áreas que mais contribuem para a composição dessa CT, um conhecimento que possibilita a adoção de medidas para gerenciamento da CT.

Esse estudo abre oportunidades para o acompanhamento e a avaliação da CT dos instrutores, não apenas nos voos de formatura, mas também em outros tipos de voos, a fim de gerar uma consciência situacional a respeito da condição de atuação do instrutor de voo na AFA. Por fim, os conhecimentos revelados por este estudo propiciam a possibilidade de implementação de estratégias que visam melhorar o desempenho do instrutor, a qualidade na formação dos novos pilotos e a segurança das tripulações durante a instrução aérea.

### Informações sobre os autores:

Marcelo Furtado de Almeida

<https://orcid.org/0009-0000-6662-1158>

<http://lattes.cnpq.br/9369706794482413>

[almeidamfa13@gmail.com](mailto:almeidamfa13@gmail.com)

Major Aviador da Força Aérea Brasileira. É mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional (PPGDHO) da Universidade da Força Aérea (UNIFA). Concluiu o Curso de Formação de Oficiais Aviadores pela Academia da Força Aérea - AFA (2009). Possui os Títulos de Bacharel em Ciências Aeronáuticas, com Habilitação em Aviação Militar, e em Administração, com ênfase em Administração Pública, ambos pela AFA (2009). Possui Cursos de Extensão em Gestão de Projetos pela Universidade Leonardo da Vinci - UNIASSELVI (2020) e Especialização “lato sensu” MBA em Gestão Pública com ênfase em Projetos e Processos pela UNIFA (2021). Possui experiência de 7 anos como instrutor de voo na AFA. Atualmente trabalha na formação dos futuros Cadetes da Aeronáutica, sendo oficial do Corpo de Alunos da Escola Preparatória de Cadetes do Ar – EPCAR, na cidade de Barbacena-MG.

Fábio Angioluci Diniz Campos

<https://orcid.org/0000-0002-2626-793X>

<http://lattes.cnpq.br/4078587765452385>

[fabiocampos06@gmail.com](mailto:fabiocampos06@gmail.com)

Possui Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina (2003), Especialização em Fisiologia do Exercício pela Universidade Federal de São Paulo (2005) e mestrado em Educação Física pela Universidade de São Paulo (2011). Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (2017). Professor Efetivo do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres durante os anos de 2019 e 2020. Docente e orientador do Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano

Operacional (PPGDHO) da Universidade da Força Aérea (UNIFA). Tem experiência na área de Educação Física na área de Biodinâmica do Movimento Humano (Desempenho Humano Operacional).

### **Contribuições dos autores:**

O autor Marcelo Furtado de Almeida foi responsável pela coordenação do planejamento e na execução da atividade de pesquisa, coleta e tratamento dos dados. Realizou a escrita e revisão do texto para publicação do artigo (Writing – review&editing). O autor Dr Fábio Angioluci Diniz Campos, foi orientador da pesquisa, auxiliou na preparação do trabalho publicado, revisão de conteúdo (Writing) e organização da pesquisa.

### **Como citar este artigo:**

ABNT

ALMEIDA, M. F. de, CAMPOS, F. A. D. Carga de trabalho de instrutores da AFA durante uma instrução de formatura na aeronave T-27. **Revista da UNIFA**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-16, 2024.

APA

ALMEIDA, M. F. de, CAMPOS, F. A. D. (2024, Setembro) Carga de trabalho de instrutores da AFA durante uma instrução de formatura na aeronave T-27. *Revista da UNIFA*, Rio de Janeiro, 37 (1), P. 1-16.



## REFERÊNCIAS

BEZERRA, F. G. V; RIBEIRO, S. L. O. Preliminary study of the pilot's workload during emergency procedures in helicopters air operations. **Work (Reading, Mass.)**, Netherlands, v. 41 Suppl 1, p. 225–231, 2012. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0161-225>.

CAIN, B. A Review of the Mental Workload Literature. **Defence research and development Toronto (Canada)**, n. 1998, p. 4-1-4–34, 2007.

CAO, X. et al. Heart rate variability and performance of commercial airline pilots during flight simulations. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph16020237>. Acesso em: 16 de abril de 2021.

CHARLES, R. L.; NIXON, J. Measuring mental workload using physiological measures: A systematic review. **Applied Ergonomics**, v. 74, n. September 2016, p. 221–232, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.028>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2023.

DINIZ, R. L.; GUIMARÃES, L. B. D. M. **Avaliação das demandas física e mental no trabalho do cirurgião em proceçimentos eletivos**. 2003. 210 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

DUNCAN, J. Pilot ' s Handbook of Aeronautical Knowledge. **Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge**, p. 524, 2016.

GARCÍA-MAS, A.; ORTEGA, E.; PONSETI, J.; TERESA, C. De; CÁRDENAS, D. Medicina del Deporte Workload and cortisol levels in helicopter combat pilots during simulated flights. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 9, n. 1, p. 7–11, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.12.001>. Acesso em: 29 de maio de 2021.

GRECO, P. C.; CATALANO, F. M.; SOUTO, A. R. P.; RIBEIRO, M. L.; GIORIA, R. S. Historical review and analysis of Santos Dumont's 14-BIS. **41st Aerospace Sciences Meeting and Exhibit**, n. January, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.2514/6.2003-99>. Acesso em: 9 de junho de 2023.

GRIER, R. A. How high is high? A meta-analysis of NASA-TLX global workload scores. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 2015-Janua, p. 1727–1731, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1541931215591373>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2023.

HANCOCK, G. M.; LONGO, L.; YOUNG, M. S.; HANCOCK, P. A. Mental Workload. **Handbook of Human Factors and Ergonomics**, p. 203–226, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781119636113.ch7>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2023.

- HART, S. G. NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society**, p. 904–908, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/154193120605000909>. Acesso em: 8 de janeiro de 2023.
- HART, S. G.; STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. **HANCOCK, P. A.; MESHKATI, N.**, n. Amsterdam: North-Holland, p. 139–183, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10749-010-0111-6>. Acesso em: 18 de maio de 2022.
- HEBBAR, P. A.; BHATTACHARYA, K.; PRABHAKAR, G.; PASHILKAR, A. A.; BISWAS, P. Correlation Between Physiological and Performance-Based Metrics to Estimate Pilots' Cognitive Workload. **Frontiers in Psychology**, v. 12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.555446>. Acesso em: 11 de setembro de 2021.
- HERTZUM, M. Reference values and subscale patterns for the task load index (TLX): a meta-analytic review. **Ergonomics**, v. 64, n. 7, p. 869–878, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1876927>. Acesso em: 19 de janeiro de 2023.
- KRAMER, A. F.; SIREVAAG, E. J.; BRAUNE, R. A psychophysiological assessment of operator workload during simulated flight missions. **Human factors**, United States, v. 29, n. 2, p. 145–160, abr. 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/001872088702900203>. Acesso em: 28 de abril de 2022.
- LYSAGHT, R. J. et al. Operator workload: Comprehensive review and evaluation of operator workload methodologies. **United States Army Research Institute for the Behavioral Sciences, Technical Report**, v. 851, p. 903–986, 1989.
- MCDALE, S.; MA, J. Effects of fatigue on flight training: A survey of U.S. part 141 flight schools. **International Journal of Applied Aviation Studies**, v. 8, n. 2, p. 311–336, 2008.
- MURPHY, J. D. Military Aircraft, Origins to 1918: **An Illustrated History of Their Impact**. Santa Barbara; CA: ABC-CLIO, 2005.
- ROLFE, J. M. Whither workload? **Applied Ergonomics**, v. 4, n. 1, p. 8–10, 1973. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(73\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0003-6870(73)90003-3). Acesso em: 12 de setembro de 2021.
- ROUWHORST, W. et al. Use of Touch Screen Display Applications for Aircraft Flight Control. **Digital Avionics Systems Conf. (DASC)**, v. 36th, n. IEEE/AIAA, p. 1–10, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/b17346-12>. Acesso em: 16 de outubro de 2022.
- TAO, D.; TAN, H.; WANG, H.; ZHANG, X.; QU, X.; ZHANG, T. A systematic review of physiological measures of mental workload. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 15, p. 1–23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph16152716>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2023.



VELTMAN, J. A.; GAILLARD, A. W. K. Physiological indices of workload in a simulated flight task. **Biological Psychology**, v. 42, n. 3, p. 323–342, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(95\)05165-1](https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05165-1). Acesso em: 12 de maio de 2021.

VILLAFAINA, S. et al. Psychophysiological response of military pilots in different combat flight maneuvers in a flight simulator. **Physiology & behavior**, United States, v. 238, p. 113483, set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113483>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

VIRTANEN, K.; MANSIKKA, H.; KONTIO, H.; HARRIS, D. Weight watchers: NASA-TLX weights revisited. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 23, n. 6, p. 725–748, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1463922X.2021.2000667>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2023.

WANG, Z.; FU, S. Evaluation of a strapless heart rate monitor during simulated flight tasks. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 13, n. 3, p. 185–192, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15459624.2015.1101121>. Acesso em: 7 de maio de 2022.

WILSON, G.F. An Analysis of Mental Workload in Pilots During Flight Using Multiple Psychophysiological Measures. *International Journal of Aviation Psychology*, v. 12, n. 1 SPEC, p. 3–18, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1207/s15327108ijap1201\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327108ijap1201_2). Acesso em: 29 de maio de 2021.

WISE, J. A.; HOPKIN, V. D.; GARLAND, D. J. (Ed.). **Handbook of aviation human factors**. CRC press, 2010.

ZHENG, Y.; LU, Y.; JIE, Y.; FU, S. Predicting Workload Experienced in a Flight Test by Measuring Workload in a Flight Simulator. **Aerospace medicine and human performance**, China, v. 90, n. 7, p. 618–623, jul. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3357/AMHP.5350.2019>. Acesso em: 23 de setembro de 2021.

Recebido: 05 de set 2023

Aceito: 18 mar 2024

