

# ASPECTOS RELEVANTES NO VOO TÉRMICO DO ESQUADRÃO DE VOO A VELA (EVV)<sup>1</sup>

## *RELEVANT ASPECTS IN THERMAL FLIGHT OF THE SAILING SQUADRON (EVV)*

Vinícius Rodrigues de Souza Melo<sup>2</sup>  
Eduardo Montenegro Duque<sup>3</sup>  
Rennan Rodrigues de Souza Melo<sup>4</sup>

### RESUMO

O voo a vela é um esporte que utiliza o voo em planadores para realizar circuitos de navegação aérea em um determinado período de tempo. Tal aeronave tem como característica não utilizar motor, mas correntes ascendentes de ar (térmicas) para voar. Assim, o planador depende inteiramente da habilidade do piloto em identificar e aproveitar as condições atmosféricas para prosseguir planando. Durante o voo em térmicas, o tripulante vivencia diversas situações que exigem elevado grau de gerenciamento, habilidades cognitivas, percepções e tomadas de decisões para manter-se em voo. Logo, um bom gerenciamento do voo térmico é fundamental para a prática do voo a vela. No contexto da Academia da Força Aérea (AFA), o Esquadrão de Voo a Vela (EVV) utiliza os planadores com a finalidade de aprimorar as qualidades psicomotoras do cadete aviador, sendo o gerenciamento do voo térmico um dos principais atributos que um bom piloto de planador necessita desenvolver. Entretanto, pouco se sabe sobre a relação do gerenciamento do voo térmico e o desempenho dos cadetes nos voos térmicos dentro do EVV-AFA. Portanto, este trabalho teve por objetivo principal identificar os aspectos relevantes observados pelos pilotos de planador durante o voo térmico e sua relação com o desempenho do piloto nas missões térmicas. Após uma revisão de literatura, foi possível verificar aspectos ambientais, psicomotores e atitudinais que possuem influência no desempenho das missões térmicas. Além disso, foi feita uma análise de dados obtidos no Sistema de Análise e Gerenciamento de Missão (SAGEM) durante a fase de Aperfeiçoamento (AP) no EVV em 2025, na qual observou-se as horas de voo acumuladas juntamente ao grau final obtido em cada missão, que resume o desempenho do instruendo no voo. Ao final do estudo, foi possível obter conclusões dessa relação de desempenho na missão com o tempo de voo realizado pelos pilotos de planador do EVV-AFA.

**Palavras-chave:** Voo; Planador; Térmica; Aspectos; Desempenho.

---

<sup>1</sup>Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA).

<sup>2</sup> Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma *Ártemis*, 2025).

<sup>3</sup> Maj QOAV Magistério em Desempenho Humano Operacional pela UNIFA. Academia da Força Aérea. E-mail: [eduduque85@gmail.com](mailto:eduduque85@gmail.com).

<sup>4</sup> Cap QOAV Rennan Rodrigues de Souza Melo. Graduação no Curso de Formação de Oficiais Aviadores e Bacharelado em Ciências Aeronáuticas com habilitação em Aviação Militar pela Academia da Força Aérea (AFA) em 2014. Pós-graduação Lato Sensu em Direito Administrativo pelo Instituto Brasil de Ensino. Email: [rennanrrsm@fab.mil.br](mailto:rennanrrsm@fab.mil.br).

## ABSTRACT

Gliding is a sport that utilizes gliders to perform aerial navigation circuits within a given period of time. This aircraft is characterized by not using an engine, but rather ascending air currents (thermals). Therefore, the glider relies entirely on the pilot's ability to identify and exploit atmospheric conditions to continue gliding. During thermal flight, the crew experiences various situations that require a high degree of management, cognitive skills, perception, and decision-making to remain aloft. Therefore, good thermal flight management is essential for gliding. At the Brazilian Air Force Academy (AFA), the Gliding Squadron (EVV) uses gliders to enhance the psychomotor skills of cadet aviators, with thermal flight management being one of the key attributes a good glider pilot needs to develop. However, little is known about the relationship between thermal flight management and cadet performance in thermal flights within the EVV-AFA. Therefore, this study aimed to identify the relevant aspects observed by glider pilots during thermal flight and their relationship with pilot performance on thermal missions. After a literature review, it was possible to identify environmental, psychomotor, and attitudinal aspects that influence thermal mission performance. Furthermore, an analysis of data obtained from the Mission Analysis and Management System (SAGEM) during the Improvement Phase (AP) at EVV in 2025 was performed, which analyzed the accumulated flight hours along with the final grade obtained in each mission, which summarizes the trainee's flight performance. At the end of the study, it was possible to draw conclusions about this relationship between mission performance and the flight time of EVV-AFA glider pilots.

**Keywords:** Flight; Glider; Thermal; Aspects; Performance.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o voo a vela é normatizado pela Federação Brasileira de Voo em Planadores (FBVP), filiado pela Federação Aeronáutica Internacional (FAI) desde 1954, sendo a única entidade nacional dirigente deste desporto. Esta instituição define esse tipo de voo como um esporte que utiliza uma aeronave sem motor e que aproveita as correntes de ar da atmosfera para ganhar altura e percorrer grandes distâncias (BRASIL, 2025). Essa característica é possível a essas aeronaves por terem um peso médio mais leve e também uma envergadura, distância da ponta de uma asa até a outra, asa maior em relação às aeronaves motorizadas. Tal particularidade permite planeios mais longos em voo pois proporciona uma menor razão de afundamento (relação de perda de altura para distância percorrida). Dessa

forma, obtêm-se mais eficiência e melhor desempenho para o voo planado, percorrendo longas distâncias longitudinais e atingindo grandes altitudes (BRASIL, 2025).

A fim de proporcionar lazer aos cadetes que permaneciam na Academia da Força Aérea (AFA) durante o final de semana, foi criado em outubro de 1972 o então Clube de Voo a Vela (CVV), inicialmente associado à Sociedade Acadêmica do Corpo de Cadetes, tendo como primeira aeronave o motoplanador Fournier RF5 de origem francesa (DUQUE, 2019). Com o decorrer dos anos, a aquisição de novos planadores e a necessidade de padronizações para a segurança operacional do clube, foi preciso uma reformulação das atividades e características administrativas do voo a vela na AFA, sendo atualmente nomeado como Esquadrão de Voo a Vela (EVV).

Dentro do contexto EVV-AFA, os voo mais desejados pelos pilotos são aqueles nos quais são percorridos maiores distâncias longitudinais, atingidas maiores alturas e acumulada a maior quantidade de tempo em voo, para a sua manutenção e evolução operacional dentro do Esquadrão. Para garantir sua permanência em voo, o principal meio utilizados são as térmicas, caracterizadas por correntes de ar que devido a diferença de pressão atmosférica em relação ao solo, produzem força em forma de ar para cima e que são capazes de sustentar os planadores para um voo ascendente (Wallington, 1980). Para um melhor desempenho no voo térmico, é necessário ao piloto, além de conhecer as padronizações de operação e segurança do EVV, saber administrar todas as funções durante o voo necessárias à pendura, tanto dentro da própria cabine como de fatores externos, a fim de buscar a melhor tomada de decisão para o desenvolvimento seguro de seu voo. Essa habilidade denomina-se gerenciamento de tarefas do voo térmico, que é o foco de estudo deste trabalho.

Diversos estudos de autores civis analisaram o voo térmico planado, focando principalmente em questões de giro dentro de uma térmica, tipos de térmica e suas origens, meteorologia voltada para voo térmico e especificidades do voo em planadores. Entretanto, poucos estudos abordaram quais aspectos a serem gerenciados e observados pelo piloto predizem um desempenho adequado nas missões térmicas do EVV. Portanto, surge a necessidade de aprofundar os estudos que analisam os fatores pertinentes ao voo de pendura no EVV-AFA, justificando-se pelo fato de que os praticantes deste tipo de voo são pilotos novatos com pouca experiência de voo, o que pode resultar em implicações para a segurança operacional. Além disso, identifica-se uma lacuna no entendimento deste construto pelo fato do Manual de Procedimentos, principal documento que dita procedimentos e padronizações do Esquadrão, não abranger maiores explicações acerca de como proceder neste tipo de voo. Desse modo, retarda-se a aquisição das habilidades e conhecimentos necessários para esta

operação, pelo fato destas serem adquiridas principalmente de forma prática, não sendo possível um preparo de missão prévio mais detalhado.

Tendo em vista esse cenário, o objetivo deste trabalho é responder o seguinte questionamento: **Quais aspectos são relevantes para o voo térmico no Esquadrão de Voo a Vela (EVV)?** Ao atingir esse objetivo pretende-se contribuir com um melhor entendimento destes conceitos, incentivando maiores pesquisas acerca deste tema e proporcionando um maior complemento dos manuais de voo do Esquadrão. Adicionalmente, a maior relevância desse trabalho é contribuir para um maior discernimento do voo de pendura, aprimoramento operacional dos pilotos e, concomitantemente, uma elevação da segurança de voo.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

Identificar os aspectos relevantes para o voo térmico no Esquadrão de Voo a Vela (EVV).

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

A fim de alcançar o objetivo geral, aponta-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Elencar os fatores específicos de um voo em período térmico baseado na literatura, nos trabalhos anteriores e no manual do EVV;
- b) Verificar se os aspectos elencados estão presentes nos manuais do EVV-AFA e sugerir melhorias se oportuno; e
- c) Verificar a relação entre o desempenho no curso de voo térmico e a quantidade de horas de voo dos cadetes.

## **1 REFERENCIAL TEÓRICO**

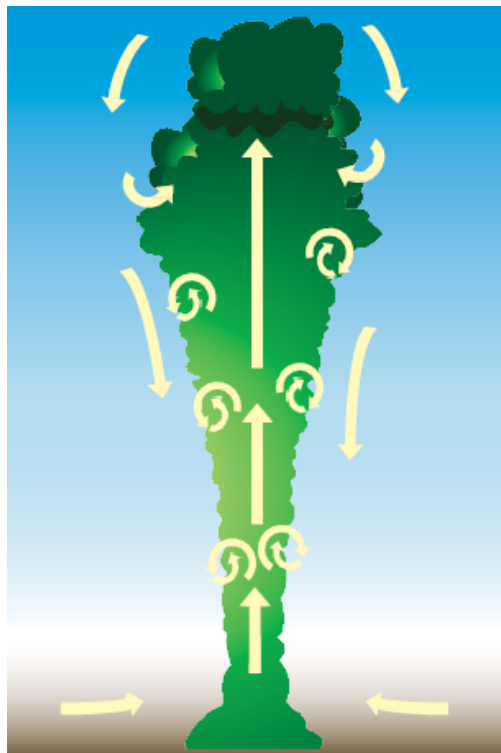
Conforme previsto no Programa de Instrução e Manutenção (PIMO) 2025 da AFA, após tornar-se Piloto Básico (PB) de TZ-20, aeronave de instrução do Esquadrão de Voo a Vela, o cadete inicia a fase de Aperfeiçoamento de Pilotos (AP), na qual aprende e é avaliado acerca das técnicas e características do voo térmico. Após concluída essa fase, o cadete torna-se Piloto Operacional e apto a realizar voos de treinamento (VT) a fim de desenvolver

ainda mais suas habilidades de voo térmico e sua operacionalidade dentro do Esquadrão. De acordo com o PIMO, os novos critérios avaliados referentes ao voo de pendura dentro da fase de AP e os VT's são: giro de térmicas, identificadas através de nuvens, pássaros e o terreno a sua volta (Glider Flying Handbook, 2013), assim como a entrada, giro e saída de paliteiro. Tal evento caracteriza-se pelo voo de mais de um planador realizando giro na mesma térmica, conforme previsto no Manual de Procedimentos do EVV.

## **1.1 VOO TÉRMICO**

### **1.1.1 TÉRMICAS**

O voo em planador destaca-se pela habilidade técnica do piloto em conduzir uma aeronave sem motor, permitindo ao tripulante ganhar altitude utilizando correntes térmicas ascendentes, que mais tarde podem ser convertidas em velocidade e em maior alcance durante o percurso. As térmicas funcionam, assim, como o “combustível” do planador, sendo a fonte de energia que permite prolongar o tempo de voo. Para subir, o piloto deve manobrar em círculos, preferencialmente no centro dessas correntes ascendentes, onde a força de elevação é mais intensa (João Vítor, 2018). Térmicas são regiões específicas da atmosfera que surgem em determinados locais e momentos, formadas quando a radiação solar aquece o solo. Esse aquecimento faz com que o ar nas proximidades se eleve em colunas, com velocidades que normalmente variam entre 1 e 10 m/s. Planadores, asas-delta e parapentes, que são dispositivos de voo criados pelo ser humano, conseguem percorrer longas distâncias aproveitando exclusivamente essa energia natural. Da mesma forma, algumas aves de grande porte também evoluíram ao longo do tempo para utilizar eficientemente esse tipo de voo sustentado (Thermal soaring flight of birds and UAVs, 2010).



**Figura 1:** coluna térmica  
Fonte: Glider Flying Handbook, 2013

## 1.2 NUVENS CUMULUS

Como mencionado anteriormente, térmicas são correntes convectivas e são um meio pela qual a atmosfera transfere energia do calor (radiação solar na superfície terrestre) de forma vertical, sendo as mais usuais que sustentam o voo de planadores. Depois que uma térmica sobe saindo da superfície e alcançando o nível de condensação convectiva (CCL), uma nuvem começa a se formar (Glider Flying Handbook, 2013). Esse tipo de nuvem chama-se Cumulus (CU), formada pela força de empuxo das correntes térmicas, representando o início da transformação de energia térmica em cinética (Microfísica das Nuvens, 2011), no qual são as nuvens mais buscadas pelos pilotos durante seus voos de pendura. Em um dia ensolarado, o sol aquece o solo úmido e, conseqüentemente, o ar próximo à superfície também se aquece e ganha umidade. Esse ar úmido começa a resfriar-se devido à evaporação, mas o solo permanece quente e continua a transferir calor ao ar. Quando há elevada umidade, esse ar quente sobe em forma de corrente térmica até alcançar o ponto de condensação, originando assim a formação de uma nuvem (Reichmann, 1978).



**Figura 2:** céu com nuvens Cumulus (Cu)

Fonte: elaboração própria

### 1.3 PÁSSAROS

A presença de fauna representa um fator de risco para a aviação, sendo geralmente evitada pelos pilotos. De acordo com dados do Painel Sipaer, órgão referente ao CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), nos últimos dez anos foram registradas 1.932 colisões entre aves e aeronaves. No entanto, no contexto do voo a vela, aves que planam em círculos sem bater as asas são bem-vindas, pois sinalizam a existência de correntes térmicas ascendentes. Essas aves aproveitam essas correntes para alcançar grandes altitudes sem esforço muscular, conservando energia (Nardi; Silva, 2016). Segundo o Programa de Gerenciamento de Risco de Fauna da Academia da Força Aérea, realizado em 2022, as espécies mais frequentemente observadas pelos tripulantes no setor Echo — onde se localiza a área de instrução do EVV — são o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e o carcará (*Caracara plancus*). De forma semelhante aos planadores, essas aves sobem em altitude ao girar dentro das térmicas com as asas completamente estendidas, até alcançarem a altura pretendida. Em seguida, realizam um voo mais ou menos retilíneo, porém descendente, até encontrarem a próxima corrente térmica (Thermal soaring flight of birds and UAV's, 2011).



**Figura 3:** urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*)

Fonte: BioDiversity4All. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/4765-Coragyps-atratus>. Acesso em: 15/05/2025



**Figura 4:** carcará (*Caracara plancus*)

Fonte: Aves de Rapina Brasil. Disponível em: [https://www.avesderapinabrasil.com/caracara\\_plancus.htm](https://www.avesderapinabrasil.com/caracara_plancus.htm). Acesso em 15/05/2025.

## 1.4 TERRENO

O tipo da superfície terrestre onde a radiação solar foi atingida influenciará na forma como a térmica se desprende do solo. Superfícies escuras tendem a aquecer mais rapidamente do que áreas cobertas por vegetação, como campos com relva. Grandes trechos asfaltados,

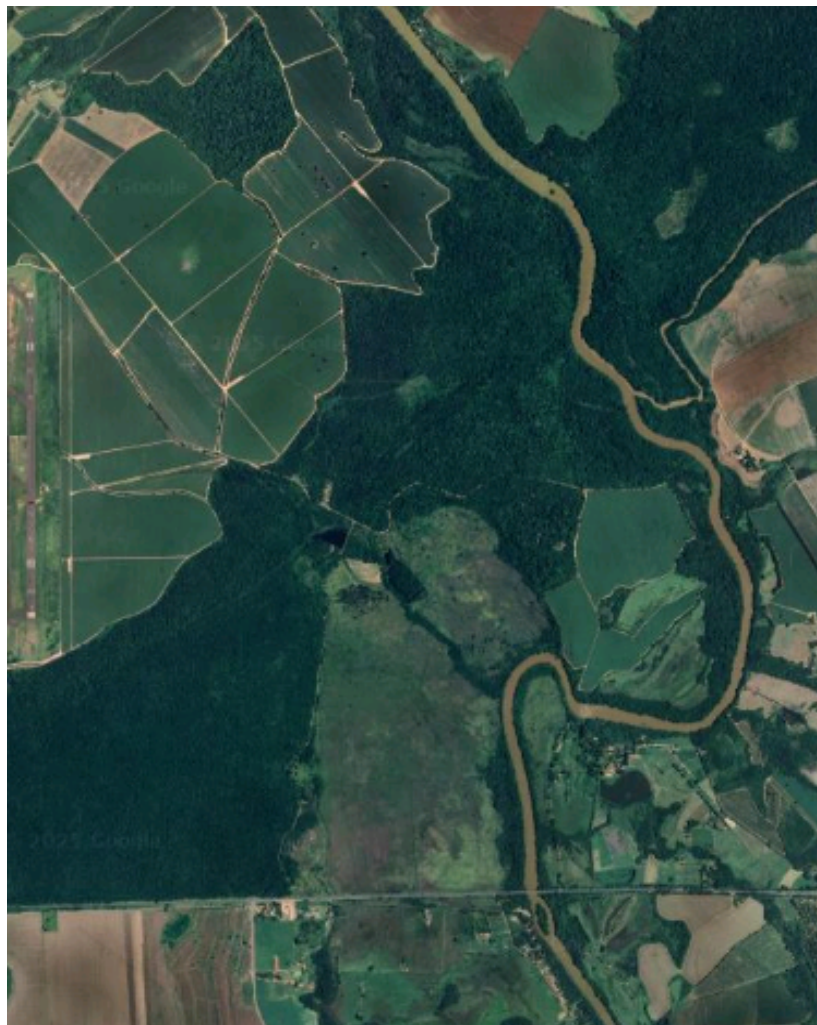
por exemplo, podem gerar térmicas intensas. De forma semelhante, amplos terrenos de solo escuro podem servir como excelentes fontes de correntes ascendentes, nas quais o piloto pode encontrar colunas estreitas de ar em elevação. Além disso, encostas geralmente são mais secas do que as planícies ao redor, o que as torna mais propensas a aquecer de forma eficaz (Glider Flying Handbook, 2013).

As propriedades do terreno influenciam diretamente o aquecimento do ar próximo à superfície. Superfícies claras refletem a maior parte da radiação solar, retendo pouco calor e, por isso, aquecem menos o solo. Já os terrenos úmidos tendem a absorver o calor em profundidade, dificultando o aquecimento da superfície. Dessa forma, os solos secos e escuros, como campos arados, áreas asfaltadas e regiões com pedras, são os mais eficazes na geração de térmicas (Gartland, 2010).

Conforme Machado (2022), da Confederação Brasileira de Voo Livre, em regiões planas - como a área analisada - é fundamental reconhecer os chamados gatilhos de térmicas, ou seja, elementos no terreno que provocam perturbações no fluxo do vento. Essas alterações geram variações de pressão, permitindo que o ar aquecido junto à superfície se desprenda e comece a subir, dando início à formação da térmica.

Entre esses gatilhos, destaca-se o deslocamento de objetos no solo, como um veículo numa estrada, que pode desencadear o levantamento do ar quente. Outro fator importante é o contraste entre diferentes tipos de terreno — quando áreas com distintas densidades e temperaturas estão lado a lado, o ar frio tende a deslizar por baixo do ar quente, forçando este último a se elevar (Pagen, 1992).

Dentro da Área de Instrução Básica do EVV-AFA, é possível identificar tais características propícias a formação de térmicas, como a pista de asfalto do setor Echo, asfalto da Estrada de Aguai, arados claros, terrenos escuros e diferenças de terreno, demonstrado na imagem a seguir:



**Figura 5:** imagem de satélite da Área de Instrução Básica

Fonte: elaboração própria

## 1.5 GIRO DE TÉRMICA

Ao ir em direção à térmica, devido à área de convecção positiva da ascendente no centro da coluna, antes dela existe uma área de correntes descendentes. Tal momento deve ser ultrapassado o mais rápido possível aumentando a velocidade do planador a fim de atingir logo a parte positiva da térmica. Ao passo que o variômetro indica valores positivos, significa que o planador está atingindo a porção ascendente da térmica. Neste momento, o piloto deve diminuir sua velocidade e conseqüentemente, sua razão de afundamento, a fim de ganhar o máximo de altura possível. Quando o ponteiro do variômetro começar a diminuir, incline o planador e inicie a curva dentro da térmica. (Reichmann, 1975). Outros pilotos preferem iniciar o giro antes de atingir o pico para evitar perder a térmica por esperar em demasia o momento de girar. Existe também a questão de iniciar o giro na primeira indicação positiva

do variômetro, saindo da parte positiva já no primeiro giro, pois não foi possível adentrar em definitivo na parte positiva da ascendente (Glider Flight Handbook, 2013).

Durante as curvas térmicas, o piloto deve buscar inclinações que proporcionem raios de círculos menores, e assim, permanecer mais perto do núcleo positivo da corrente ascendente. Ou seja, quanto maior a inclinação, mais próximo do centro da térmica é possível permanecer, otimizando a razão de subida. No entanto, deve-se atentar que inclinações em demasia aumentam a razão de afundamento. Por tanto, o 1P deve buscar inclinações de no máximo 45° para giro efetivos e com razão de subida positiva. Curvas inclinado mais que 45° acarreta mais afundamento, diminuindo a eficiência do planador (Glider Flying Handbook).

Acerca da velocidade a ser mantida durante os giros, é desejável ao planador evitar velocidades altas, pois quanto maior a velocidade linear, mais distante a aeronave fica do centro do giro (Kaperaviczus; Pessini, 2023). Para isso, velocidades próximas da velocidade de mínimo afundamento são desejáveis para curvas mais fechadas e próximas ao núcleo positivo da térmica. No entanto, torna-se necessário cuidado com velocidades excessivamente baixas com risco de perda de sustentação e falta de controlabilidade da aeronave. Tal fato deve ser mais preciso quando voando juntamente a outros planadores, pois estolar próximo a outras aeronaves pode gerar uma aproximação indesejada e uma possível colisão (Glider Flying Handbook, 2013). Conforme previsto no manual do DG-1000S, a principal aeronave de instrução do EVV-AFA, a velocidade de menor afundamento deste planador concentra-se em 84 km/h.

Iniciado o giro, o piloto deve buscar centrar-se na térmica para obter o máximo de eficiência da massa de ar ascendente. Nem sempre é possível no primeiro giro estar completamente centrado na térmica, sendo necessário muitas vezes ajustes de inclinação para encontrar a melhor parte da ascendente (Glider Flight Handbook, 2013). Conforme descrito por Helmut Reichmann, as seguintes correções devem ser aplicadas: quando a taxa de subida aumenta, deve-se reduzir o ângulo de inclinação; se a taxa de subida diminui, aumenta-se o ângulo de inclinação; e se a taxa de subida permanece estável, o ângulo de inclinação deve ser mantido (Thermal soaring flight of birds and UAVs, 2010). Outra técnica para centrar uma térmica é a correção de 270°. Ao passar pela parte negativa da ascendente, ou seja, provavelmente saindo da térmica, o piloto realiza uma curva com variação de 270° e após, deve nivelar a aeronave. Ao perceber o aumento do variômetro ou pressão da carga G sobre o assento, deve iniciar o giro para o mesmo lado. Com isso, é possível deslocar o giro a fim de buscar a parte mais positiva da térmica (Gliding Flying Handbook, 2013).

## 1.6 PALITEIRO

Conforme previsto no Programa de Instrução e Manutenção Operacional (BRASIL, 2025), para realizar voos térmicos dentro das compatibilidades de segurança operacional o IP deve estar apto a realizar giros juntamente com outros planadores na mesma térmica, chamado este evento de paliteiro. Como essa ação envolve a proximidade de muitos planadores, torna-se necessário prestar atenção em alguns detalhes em voo que são primordiais para evitar a colisão entre as aeronaves.

Como regra inicial da manutenção segura da operação, os planadores devem realizar o giro para o mesmo lado, evitando cortes de trajetórias e colisões entre si (Glider Flight Handbook, 2013). Vide MAPRO (Manual de Procedimentos) EVV (BRASIL, 2025), o giro de térmica dos planadores que estiverem dentro da Área de Instrução Básica deve ser realizado para o mesmo lado da Espera. As curvas de espera são realizadas pelos planadores que desejam realizar tráfego para pouso pois não têm altura suficiente para prosseguir mais tempo em voo e tem o lado do giro de acordo com a pista em uso do aeródromo. Tal determinação visa padronizar as curvas em uma área de menor extensão, visto que a probabilidade de existirem mais aeronaves, seja planador ou rebocador, voando nesta área é maior. Ainda previsto neste manual, o giro das aeronaves fora da Área de Instrução Básica é determinado pela aeronave que estiver mais alta e não há a obrigatoriedade de realizar o mesmo giro que as aeronaves do tráfego, possibilitando uma flexibilidade maior de curvas em térmicas. Além disso, também previsto no MAPRO EVV (BRASIL, 2025), o giro de térmicas juntamente com outras aves deve ser feita para o mesmo lado dessas, proporcionando mais segurança e evitando o risco de colisões com pássaros.

Ao tomar a decisão de se juntar a outros planadores para o giro de térmica, o piloto deve realizar coordenações via fonia utilizando o VHF presente em sua aeronave a fim de avisar aos outros pilotos de sua presença (Glider Flight Handbook, 2013). Previsto no MAPRO EVV 2025, o piloto antes de adentrar no paliteiro deve informar na fonia as seguintes características: posição do paliteiro, qual a região que o piloto que vai ingressar está vindo, sua altura, quantos planadores está vendo e o lado do giro destes. Os demais, devem reportar que estão cientes e se estão visuais ou não com o outro planador, buscando estarem visual o mais rápido possível. Tal ação visa melhorar a consciência situacional de todos os

tripulantes, a fim de estarem cientes da proximidade de outros planadores junto a seu giro térmico.

Após coordenar com as aeronaves do paliteiro e estas estarem cientes, inicia-se o momento de entrada no paliteiro. Conforme MAPRO EVV (BRASIL, 2025), o piloto deve conduzir seu planador para a tangente oposta do círculo que as outras aeronaves estão realizando seu giro. Ou seja, se os planadores estão girando para a esquerda, voe pela direita antes de ingressar juntamente aos demais, evitando voar para o centro da térmica. Tal medida visa proporcionar a entrada de outra aeronave de uma forma segura, sem conflitar com a trajetória dos outros planadores que já estão na térmica a fim de não proporcionar perigo aos outros tripulantes (Glider Flying Handbook, 2013).

Agora dentro da térmica junto aos planadores, evite variações excessivas de velocidade, pois causa proximidade entre os planadores. Bruscas variações de inclinação proporcionam cortes de trajetória dos planadores subsequentes e perdas de vista entre eles. O piloto deve também evitar voar diretamente acima ou abaixo de outro planador, de modo que seja recorrente perder o visual da outra aeronave. Realizar coordenações via fonia durante o giro garante um contínuo aprimoramento da consciência situacional dos planadores em voo, a fim de melhorarem a segurança e eficiência do paliteiro. Caso estar visual com as demais aeronaves seja uma tarefa difícil, recomenda-se ao piloto tomar a decisão de sair da térmica e retornar após estar novamente visual com todas as aeronaves, priorizando a segurança operacional (Glider Flying Handbook, 2013).

Para abandonar o paliteiro, o piloto deve coordenar via fonia e informar aos demais planadores a proa de destino para realizar o abandono e aumentar a velocidade a fim de acelerar a separação entre as aeronaves, conforme previsto no MAPRO EVV (BRASIL, 2025). Antes de abandonar, o 1P deve clarear a área a sua volta a fim de sair do paliteiro de forma segura e sem conflitar com outra aeronave, além de conduzir seu abandono para buscar uma nova térmica a fim de prosseguir sua estadia em voo (Glider Flying Handbook, 2013).



**Figura 6:** paliteiro durante voo térmico no EVV-AFA

Fonte: elaboração própria

## 1.2 GERENCIAMENTO DOS ASPECTOS TÉRMICOS POR PARTE DO PILOTO

Com o desenvolvimento da aviação, diversos acidentes graves ocorreram que despertaram a atenção das autoridades. Em 1979, a National Aeronautics and Space Administration (NASA) conduziu um estudo a fim de compreender as causas desses acidentes que não estavam diretamente ligados a falhas tecnológicas ou a deficiências nas habilidades técnicas dos pilotos. Os resultados revelaram que os principais fatores foram a má tomada de decisão, a perda ou redução da consciência situacional e a falta de liderança por parte dos pilotos, sendo responsáveis por 66% dos incidentes no transporte aéreo regular e 88% na aviação geral (Cooper; White; Lauber, 1980).

A tomada de decisão é um processo mental que consiste em analisar e selecionar a alternativa mais apropriada entre diferentes opções disponíveis, especialmente em contextos que envolvem algum grau de risco (Sternberg, 2000). Em paralelo, o voo em planadores destaca a importância de manter uma elevada consciência situacional para favorecer uma tomada de decisão mais eficaz. Isso porque o piloto precisa monitorar constantemente as correntes de ar ascendentes, além das condições de velocidade e distância, a fim de executar manobras com precisão que, em determinadas circunstâncias, podem apresentar riscos significativos (Lara, 2023).

Segundo Endsley (1995), a consciência situacional é a capacidade de perceber, compreender e interpretar os elementos do ambiente e seus significados no contexto da situação. Essa habilidade envolve a análise cuidadosa das interações entre diversos fatores individuais. O ideal é que a consciência situacional esteja em um nível elevado, permitindo a adoção de medidas preventivas que evitem situações de estresse. Por isso, as decisões devem ser tomadas de forma antecipada, no exato momento em que os elementos críticos são identificados, a fim de evitar a desorganização do cenário operacional (Lara, 2023).

Conforme Pereira (2020), durante a prática aérea, o piloto de planador utiliza habilidades como assertividade, comunicação e vigilância. Ao contrário do piloto de aeronave motorizada, o volovelista dispõe de tempo limitado de voo, exigindo maior consciência situacional e tomadas de decisão precisas para alcançar maiores distâncias e durações. Segundo Pedreira (2016), o principal objetivo do piloto de planador é permanecer o máximo de tempo no ar, o que exige decisões constantes com base nas condições meteorológicas e na identificação de correntes térmicas, fonte essencial de sustentação.

## **1.9 MANUAL DE PROCEDIMENTOS (MAPRO)**

Conforme Cantidio (2012), ao uniformizar um processo, há uma redução significativa das perdas, pois busca-se alcançar o melhor rendimento possível nas tarefas executadas. Em contrapartida, a falta de padronização resulta em desperdícios e erros. Dessa forma, torna-se essencial estabelecer padrões como estratégia para minimizar prejuízos, sejam eles econômicos ou relacionados ao conhecimento. E dentro do contexto complexo como a aviação, torna-se necessário existir ações padronizadas que garantam a segurança das operações, sendo este a função do Manual de Procedimentos (MAPRO) do EVV.

Estão expostos no MAPRO-EVV, alguns procedimentos específicos para as operações térmicas dos pilotos de planador. A exemplo, a realização de cheque rádio com Barraca a fim de estabelecer comunicação e aumentar a consciência situacional dos tripulantes da operação, além dos procedimentos em caso de falha dessa comunicação. Ademais, padronizações de giro de térmica dos planadores, cones de segurança que garantem o pouso em sede dos tripulantes e padronizações de giro de térmica com mais de um planador, definido essa ação como paliteiro. Todas essas regulamentações padronizam e cercam as ações que os pilotos devem realizar durante os voos térmicos no EVV, a fim de garantir a segurança e modos operantes do Esquadrão.

## **1.10 PROGRAMA DE INSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO OPERACIONAL (PIMO)**

Conforme Portaria da Academia da Força Aérea (AFA), Nº 738/AFA, aprovada em 8 de Janeiro de 2025, validou-se o Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) para o ano de 2025. Tal documento estabelece e rege as normas e critérios das atividades aéreas dos órgãos operacionais que atuam na AFA. Dentre eles, encontra-se as diretrizes de progressão e manutenção operacional do Esquadrão de Voo a Vela (EVV).

Ainda neste manual, define-se também a característica global atribuída ao grau final da missão dos avaliados durante a instrução aérea. Tal julgamento de nota é realizado por um Instrutor (IN), responsável por avaliar e garantir a segurança operacional durante a instrução. Os graus finais e interpretação da nota do avaliado são descritos como: Perigoso - 1, Deficiente - 2, Satisfatório nos Mínimos - 3, Satisfatório - 4, Bom - 5 e Excelente - 6.

Caracteriza-se Perigoso - 1 quando é necessário atuação direta do IN para evitar um acidente perfeitamente previsível e/ou as regras de conduta aérea são violadas. O grau Deficiente - 2 significa que o avaliado não conseguiu atingir o nível de aprendizagem previsto para aquela missão, sendo necessário uma missão de Revisão para se atingir o nível mínimo aceitável. O grau Satisfatório nos Mínimos - 3 representa que o tripulante examinado necessitou de muito treinamento para atingir o rendimento mínimo aceitável. O grau Satisfatório - 4 expressa que o piloto observado, mesmo com erros e treinamento, atingiu o nível previsto para a missão. O grau Bom - 5 indica que o avaliado apresenta poucos e pequenos erros e necessita de pouco treinamento para atingir o nível previsto na instrução. E por último, o grau Excelente - 6 expressa que o piloto analisado atinge com facilidade e até mesmo supera o nível previsto para a missão.

Ainda sobre o PIMO, estão previstos no manual os requisitos mínimos para a evolução da operacionalidade dos cadetes no Esquadrão. Em todos os níveis, existem um número de horas de voo mínimo necessário para cada progressão. A exemplo, para tornar-se Instrutor (IN) de TZ-20, é exigido que o cadete realize a fase de Padronização de Piloto (PP) a partir de 60h de pilotagem, fase na qual o avaliado ocupa a nacele traseira, assento previsto para o Instrutor (IN). Após, inicia-se a fase de Curso de Formação de Instrutores (CFI), a partir de 70h, no qual o cadete é avaliado por um Checador (CH) na posição de futuro IN. E somente após 80h, o cadete que concluiu a fase de CFI e foi aprovado pelo conselho do EVV pode exercer a função de IN de TZ-20. Visto esses dados, torna-se visível a ênfase do cômputo de horas voadas pelos tripulantes a fim de progredirem operacionalmente no Esquadrão.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia deste trabalho resumiu-se a uma revisão de literatura e dos manuais do esquadrão para se identificar os aspectos que possam apresentar relação com um bom desempenho e voo. Também foi realizada uma coleta de dados via Sistema de Análise de Gerenciamento de Missão (SAGEM), principal conjunto de informações das horas de voo dos tripulantes da FAB, para verificação de desempenho.

### **2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para a realização do trabalho foram utilizados referenciais teóricos, livros e artigos que serviram de base para o estudo dos atributos avaliados durante o voo de pendura no EVV, como a identificação de térmicas ascendentes e suas características de formação, especificidades do planador em um voo de pendura e juntamente a fatores pessoais dos pilotos, como tomada de decisão e gerenciamento e observância de tarefas e aspectos necessário aos pilotos de planador durante o período térmico.

As bases de dados foram PubMed, Scielo, Google Scholar, Rede Bia e manuais de voo utilizados no Esquadrão de Voo a Vela. Os principais descritores estavam relacionados aos termos de voo a vela, térmica, gerenciamento de tarefas e desempenho.

### **2.2 LEVANTAMENTO DE DADOS**

#### **2.2.1 POPULAÇÃO**

A amostra foi composta por 10 cadetes aviadores tripulantes do Esquadrão de Voo a Vela (EVV) do 1º, 2º e 3º ano. Os cadetes selecionados foram de ambos os sexos, masculino e feminino, com uma faixa etária de 18 a 24 anos.

#### **2.2.3 ASPECTOS ÉTICOS**

Em acordo com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2016), pesquisas em Ciências Humanas e Sociais devem assegurar o respeito à dignidade humana e à autonomia dos participantes. A pesquisa respeitará os princípios éticos estabelecidos, mesmo não envolvendo coleta de dados sensíveis. A participação será voluntária, com aceite via termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) digital. As respostas serão anônimas e utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

### 2.2.2 COLETA DE DADOS

Através da plataforma de Sistema de Análise e Gerenciamento de Missão (SAGEM), foram analisados os graus das fichas térmicas de 10 tripulantes que cumpriram a fase de Aperfeiçoamento de Pilotos (AP) do curso TZ-20 no ano de 2024, a fim de coletar dados de aeronavegantes que realizaram o curso completo, com pelo menos 06 (seis) missões térmicas. Os voos de pendura ocorrem a partir da AP-04 até a AP-09 (AP-X1), nas quais os níveis de avaliações e instruções vão sendo amadurecidas conforme o nível de aprendizado do avaliado. Os pilotos selecionados foram cadetes aviadores do 1º, 2º e 3º ano do Corpo de Cadetes da Aeronáutica pertencentes ao EVV e que já cumpriram as missões de Pré-Solo (PS) de planador e foram qualificados como Pilotos Básicos (PB). O período analisado foi de 21/JAN/2024, data do início das operações do EVV em 2025 até 30/NOV/2024, data das últimas atividades do Esquadrão em 2024.

Para a obtenção dos dados quantitativos, foi realizada a média das notas finais dos tripulantes em cada voo pela quantidade de missões feitas por estes. O mínimo de missões a serem realizadas para concluir a fase térmica são 6 (seis). Pilotos com mais voos que esse número são aqueles que necessitaram de missão de repetição por não atingirem o grau mínimo requisitado de sua missão anterior. Para a média de tempo realizada por esses tripulantes, dividiu-se o tempo total acumulado pela quantidade de missões realizadas. A classificação dos pilotos de 1 a 10 foi conforme a média de graus em ordem decrescente.

A fim de um melhor entendimento entre as horas totais de voo e os graus das fichas dos alunos, os tripulantes foram registrados como “Piloto (X)”, com a ordem de 1 a 10 e em sequência decrescente da média dos graus de cada um. Acerca do tempo de voo, foi registrado conforme as horas e minutos acumulados. Os graus obtidos foram acerca das missões térmicas da fase de AP realizadas no ano de 2024. O número de missões são pelo menos 6, que vão da AP-04 a AP-09 (AP-X1). Pilotos com mais missões significa que foi necessário missão de repetição para atingir o nível mínimo previsto daquele voo. Além disso, foi feita a divisão entre o tempo total acumulado pelo número de missões realizadas a fim de obter a média de tempo de voo. Os resultados obtidos foram registrados na tabela a seguir:

Piloto	Média	Tempo de voo total (em hora)	Missões realizadas	Tempo médio por missão (em hora)
1	5	10:45	6	1,79
2	5	11:25	6	1,9
3	4,83	07:40	6	1,28
4	4,83	06:50	6	1,14
5	4,5	07:00	6	1,17
6	4,43	07:10	7	1,02
7	4,37	09:25	8	1,18
8	4,33	07:05	6	1,18
9	3,87	08:20	8	1,04
10	3,71	08:00	7	1,14

Tabela 1: Dados gerais dos tripulantes

Fonte: elaboração própria com base nos dados obtidos no SAGEM

Pelos dados, a média do tempo de voo dos pilotos selecionados foi de 1,16 hora por voo. Após, os pilotos foram separados em dois grupos conforme essa média.: O grupo A, compõe cadetes acima da média geral de tempo de voo (1,16 hora por voo), são os pilotos 4, 6, 9 e 10. O grupo B, constituído pelos pilotos 1, 2, 3, 5, 7 e 8, compõe os tripulantes que estão abaixo da média geral de tempo de voo (1,16 hora por voo), conforme a tabela abaixo:

GRUPO	PILOTOS	MÉDIA DE GRAU	MÉDIA DE TEMPO
A	1, 2, 3, 5, 7 e 8	4,7	1,42 h > 1,16 h
B	4, 6, 9 e 10	4,2	1,08 h < 1,16 h

Tabela 2: Média dos dados

Fonte: elaboração própria com base nos dados obtidos no SAGEM

Com isso, o Grupo A está acima da média e mais próximo do número 5 - Bom. Já o Grupo B está abaixo da média e mais distante do valor 5 - Bom. Além disso, o grupo com a melhor média de grau (4,7) também possui a melhor média de tempo de voo (1,42 h por voo), ao contrário do grupo com menor média, que possui menor média de tempo de voo (1,08 h por voo).

Visto o exposto, é possível verificar que pilotos com média de grau final de missão próximo a 5 - Bom, conseguem alcançar melhor desempenho de tempo de voo. No entanto, tripulantes que possuem uma média grau de missão menor e mais distante do 5 - Bom, possuem um desempenho menor em relação ao tempo de voo realizado em suas missões. Vide PIMO 2025, uma vez que as progressões operacionais dos tripulantes do EVV dependem do acúmulo de horas obtidas em voo, torna-se necessário realizar missões com o

máximo de tempo possível, representando um bom desempenho e desenvolvimento positivo das missões térmicas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa teve por objetivo principal identificar os aspectos relevantes para os pilotos de planador do Esquadrão de Voo a Vela que possibilitem o desenvolvimento do voo térmico. Através de pesquisa em literatura, observou-se as características de térmicas pelas suas formas de origem e identificação, nuvens cumulus formadas pelas térmicas, fauna de pássaros que sobrevoam as correntes ascendentes, tipos de terreno mais favoráveis a formação de térmicas, execução do giro térmico e giro de mais de um planador na mesma térmica, como primordiais para se desenvolver o voo térmico de forma eficiente.

Além disso, outra finalidade deste trabalho visou verificar se tais fatores estão presentes no MAPRO-EVV 2025, principal manual de padronização do Esquadrão. No entanto, este documento apenas descreve procedimentos de padronização do EVV para o voo térmico, porém não detalha aspectos e fatores que possibilitem o desenvolvimento e desempenho positivo dos tripulantes nesse tipo de voo. Assim, sugere-se que o Esquadrão de Voo a Vela possa realizar manutenções em seus manuais, adicionando os fatores identificados nesta pesquisa que são particulares do voo térmico. Com isso, objetiva-se que os tripulantes tenham mais acesso aos conhecimentos necessários para o desenvolvimento do voo térmico.

Ademais, analisou-se a relação do desempenho no curso de voo térmico com a quantidade de horas de voo realizadas por tripulantes selecionados em coleta de dados. Conclui-se que os pilotos que possuem desempenho mais próximo do 5 - Bom, conseguem realizar missões com mais tempo de voo. Dessa forma, tripulantes que possuem o conhecimento e a análise dos aspectos do voo térmico têm mais assertividade em desempenhar uma missão térmica de forma positiva e com favorável tempo de voo.

Por fim, este estudo buscou identificar os aspectos do voo térmico necessários ao tripulante do EVV na busca de um favorável desempenho em sua missão térmica, contribuindo para a otimização e incrementação da preparação teórica dos pilotos do Esquadrão. Desse modo, objetiva-se impulsionar o aprimoramento dos atributos aeronáuticos dos futuros oficiais aviadores da Força Aérea Brasileira, a partir da enriquecedora e exímia oportunidade da prática do voo em planadores.

## REFERÊNCIAS

ÁKOS, Zsuzsa; NAGY, Máté; LEVEN, Severin; VICSEK, Tamás. *Thermal soaring flight of birds and UAVs*. [S.l.]: [s.n.], 2008. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=Thermal+soaring+flight+&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Thermal+soaring+flight+&btnG=)

ALBRECHT, Rachel I.; MORALES, Carlos A. *Microfísica das Nuvens*. Rio de Janeiro: CPTEC/INPE e IAG/USP, 2011. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=microfisica+das+nuvens&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=microfisica+das+nuvens&btnG=)

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Manual de Procedimentos 2025**. Disponível em: <https://afavirtual.educaer.fab.mil.br/course/view.php?id=13>

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional 2025**. Disponível em <https://afavirtual.educaer.fab.mil.br/course/view.php?id=308>

CANTIDIO, Sandro. **Padronização do processo**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/padronizacao-do-processo>.

COOPER, G.E.; WHITE, M.D.; LAUBER, J.K. **Resource management on the flight deck**. NASA Conference Publication, San Francisco, 1980. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19800013796>.

DUQUE, E. A. M. (Ed.). **Voo a Vela na Academia da Força Aérea**. [S.l.]: Revista Aeronáutica, 2019.

ENDSLEY, Mica R. 1995. **Toward a theory of situation awareness in dynamic systems**. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=endsley+toward+a+theory&btnG=&oq=endsley+toward+](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=endsley+toward+a+theory&btnG=&oq=endsley+toward+)

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Glider Flying Handbook**. FAA, 2013. Disponível em: <https://afavirtual.educaer.fab.mil.br/course/view.php?id=13>

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=gartland+ilhas+de+calor&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=gartland+ilhas+de+calor&btnG=)

JOÃO VÍTOR, V. R. **Conhecimentos Aplicados na Tomada de Decisão no Voo de Distância em Planadores**, 2018. Disponível em: <https://catalogo.redebia.fab.mil.br/>

LARA, Otavio Augusto Costa; MONTEIRO, Raul Francé. O VOO À VELA COMO FERRAMENTA NO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS:

SAILPLANING AS A TOOL IN THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE SKILLS.

**Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, [S. l.], v. 3, n. 5, p. 231–253, 2024. Disponível em: <https://rbaccia.emnuvens.com.br/revista/article/view/199>.

NARDI, L. E.; SILVA, T. A. da . **INFLUÊNCIA DO VOO A VELA NO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES PARA PILOTAGEM DE AERONAVES DE ASA FIXA**, 2021. Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas. Disponível em: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/43>

NGUYEN, Thanh et al. A Review of situation awareness assessment approaches in aviation environments. **IEEE Systems Journal**, [s. l.], v. 13, ed. 3, p. 3590-3603, 2019. DOI 10.1109/JSYST.2019.2918283. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8732669>.

PEDREIRA, R. A. **O voo a vela e sua influência no desenvolvimento do piloto**. Trabalho de Conclusão de Curso. 2016. (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça/SC.

PEREIRA, Daniel de Oliveira. **Operações de voo a vela como ferramenta de treinamento de gerenciamento de recursos de equipes**. 2020. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) - Universidade do Sul de Santa Catarina., [S. l.], 2020. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/15939>.

REICHMANN, H. **Cross-country soaring (streckensegelflug)**: a handbook for performance and competition soaring. Thomson Publications, 1975.

RUDISILL, Marianne. Line pilots' attitudes about and experience with flight deck automation: Results of an international survey and proposed guidelines. **Proceedings of the eighth international symposium on aviation psychology**, Columbus, OH: The Ohio State University Press., 1995. DOI. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/20040111301>

STERNBERG, R. J, 2000. **Psicologia Cognitiva**. Universidade Estadual da Califórnia-Pomona (EUA). Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=sternberg+psicologia+cognitiva&oq=sternberg](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=sternberg+psicologia+cognitiva&oq=sternberg)

VILELA, G. F, 2023. **A influência do treinamento em simulador de voo no âmbito de gerenciamento de emergências**. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=vilela+2023+simulador&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=vilela+2023+simulador&btnG=)

WALLINGTON, C. E. **Meteorology for Glider Pilots**. Transatlantic Arts, 1980. Disponível em: <https://afavirtual.educaer.fab.mil.br/course/view.php?id=13>