



ASSESSMENT OF THE IMPACTS OF THE SISCEAB TRANSITION ALTITUDES HARMONIZATION PROJECT (TAHP)

Ricardo Silva de Oliveira¹, José Maria Parente de Oliveira², Adilson Cleómenes Rocha¹,
Cristian da Silveira Smidt¹, Marília Gusman Thomazi¹

¹Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA), São José dos Campos/SP – Brasil

²Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos/SP – Brasil

PAPER ID: SIT183

ABSTRACT

In the late 1950s, the International Civil Aviation Organization (ICAO) established that States (countries) are responsible for defining the Transition Altitude (TA). When crossing this reference, the barometric altimeter must be set to report altitude, when descending, or flight level, when ascending. Initially, the TA was established for each aerodrome, without considering the other aerodromes in the vicinity, however, with the increase in the volume of air traffic, Brazil started to define a single TA for each Terminal Control Area (TMA). However, the constant evolution experienced by the aeronautical industry points to the need of defining a single TA for national aerodromes. This is not a trivial choice. The TA selected should improve current levels of safety, reduce pilots and air traffic controllers workload, and deployment costs should be acceptable. Given this scenario, this work presents the architectures of the four flight information regions of the Brazilian Airspace Control System (SISCEAB), its forty-one Terminal Control Areas (TMA), the TAs used in these terminals, the highest aerodromes, the highest obstacles of the Brazilian territory and the distribution of aeronautical meteorological stations. All the used data was analyzed according to the methodology used by the European Aviation Safety Agency (EASA), in which three possible lines of action are adopted. The first possible line of action is to maintain the current scenario, that is, not to harmonize the TAs. The second option analyzes the impacts of adopting the altitude of 10000 feet for TA harmonization. Finally, in the last scenario, the impacts of adopting an altitude of 18000 feet are studied. The obtained results bring important support for the decision to be made in the TA harmonization project.

Keywords: Transition Altitude Harmonization, Altimeter Setting, Transition Level

1. INTRODUÇÃO

1.1. Altímetro barométrico e Altitude de Transição

O altímetro barométrico é o aviônico que fornece informações de altitude ou nível de voo, conforme ajustado pela tripulação. Sua correta configuração é de fundamental importância para garantir um voo seguro. As informações fornecidas pelo altímetro são utilizadas pela tripulação para o posicionamento adequado da aeronave no espaço aéreo, garantindo a separação vertical com outras aeronaves e com os obstáculos no terreno.

Apesar de sua baixa probabilidade, incidentes relacionados à incorreta configuração do altímetro podem acontecer. Tratam-se de eventos extremamente indesejáveis que colocam em risco vidas e bens. Enquanto esse trabalho estava sendo desenvolvido, ocorreu um grave incidente em Charles de Gaulle - Paris. Ao realizar um procedimento de aproximação em condições de voo por instrumentos, um A-320 da Airhub Airlines chegou a aproximadamente seis pés de altura, colocando em risco as 178 pessoas a bordo. Entre outros fatores, essa ocorrência teve relação com o procedimento de ajuste do altímetro e a carga de trabalho dos pilotos e controladores (Eurocontrol, 2022).

Para fornecer informações de altitude, o altímetro deve ser configurado com a pressão barométrica da estação meteorológica do aeródromo reduzida ao nível médio do mar. Esse procedimento fará com que o altímetro forneça a elevação do aeródromo, quando a aeronave estiver pousada. Esta configuração recebe o nome de ajuste de altímetro ou ajuste QNH (DECEA, 2016).

Após a decolagem, quando estiver cruzando a Altitude de Transição (TA), o altímetro deverá ser ajustado para pressão de 1013.2 hPa. Dessa forma ele fornecerá informação de nível de voo. Esta configuração recebe o nome de ajuste padrão ou ajuste QNE (DECEA, 2016).

Dada a sua importância, nas fases de saída e chegada das aeronaves, neste trabalho serão abordados diferentes cenários de

configuração das Altitudes de Transição (TA), bem como o impacto de cada cenário proposto na segurança, na carga de trabalho de pilotos e controladores, sua viabilidade econômica e outros fatores.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Emprego da TA nas Áreas de Controle Terminal (TMA)

Atualmente há quarenta e uma Áreas de Controle Terminal (TMA) na área de Jurisdição do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), sendo três TMA internacionais: Amazônica, Foz do Iguazu e Passo de Los Libres. Observa-se que as TA já estão harmonizadas por TMA, o que significa que todos os aeródromos em uma TMA operam com uma única TA. Contudo, são empregadas oito diferentes TAs, o que será detalhado a seguir (DECEA, 2021) (DECEA, 2022).

O Brasil está dividido em 5 Regiões de Informação de Voo (FIR), conforme mostra a Figura 1: Amazônica (SBAZ), Recife (SBRE), Brasília (SBBS), Atlântico (SBAO) e Curitiba (SBCW).



Figura 1- Regiões de Informação de Voo.
Fonte: ICEA

Na Figura 2 e na Tabela 1 são apresentadas as onze TMAs da FIR Amazônica e suas respectivas TAs. Na FIR Amazônica são empregadas as TAs de 3000', 4000' e 18000'. A TMA SBWA possui a TA mais elevada do SISCEAB. A Altitude Mínima de Setor (MSA) de 3000' indica que a escolha dessa TA não se deve ao relevo. Esta informação não está disponível na bibliografia consultada.

Tabela 3 - TMAs e TAs da FIR Brasília.

TMA	Indicativo	TA em Pés
Belo Horizonte	SBWH	8000
Brasília	SBWR	7000
Palmas	SBXD	5000
Anápolis	SBXN	7000
Academia	SBXQ	7000
Uberaba	SBXU	6000
Uberlândia	SBXW	6000

Na Figura 5 e na Tabela 4 são apresentadas as treze TMAs da FIR Curitiba e suas respectivas TAs. Nessa FIR são empregadas as TAs de 3000', 4000', 5000', 6000', 7000', 8000' e 9000'.

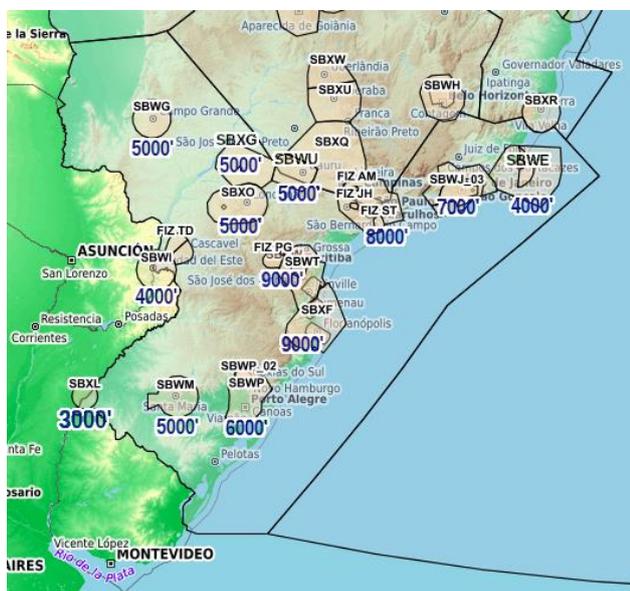


Figura 5 - TMAs e TAs da FIR Curitiba.
Fonte: ICEA

2.2. Fatores a serem considerados no cálculo da TA

No que diz respeito ao estabelecimento das TA, a Seção 2.1.2, do capítulo 2, da parte III, do Doc 8168 estabelece os seguintes princípios elementares (ICAO, 2018):

- Normalmente, o Estado estabelecerá uma TA para cada aeródromo em sua jurisdição;
- Quando houver dois ou mais aeródromos próximos, o Estado deverá selecionar a TA mais alta para atender a todos os aeródromos daquela região;
- Quando possível, deverá ser estabelecida uma TA única para todos os aeródromos daquele estado;

d) A TA deve ser a mais baixa possível, mas normalmente não inferior a 900 m (3 000 pés) de altura acima do aeródromo; e

e) A altura calculada da TA deve ser arredondada para o múltiplo de 1000 pés superior.

Mesmo sendo amplamente utilizadas, essas normas foram estabelecidas no final da década de 1950. Assim, diante do avanço tecnológico vivido pela indústria aeronáutica ao longo do tempo, bem como do aumento constante no volume de tráfego aéreo, isso tudo aponta para a oportunidade de reavaliação dessas normas e sua adequabilidade, levando-se em consideração os cenários atuais e futuros de uso do espaço aéreo.

Tabela 4 - TMAs e TAs da FIR Curitiba.

TMA	Indicativo	TA em Pés
Macaé	SBWE	4000
Campo Grande	SBWG	5000
Rio de Janeiro	SBWJ	7000
Santa Maria	SBWM	5000
Porto Alegre	SBWP	6000
Curitiba	SBWT	9000
Bauru	SBWU	5000
Florianópolis	SBXF	9000
Presidente Prudente	SBXG	5000
Londrina	SBXO	5000
São Paulo	SBXP	8000
Foz do Iguaçu	SBWI	4000
Passo de Los Libres (Uruguaiana)	SBXL	3000

2.3. Aeródromos mais elevados do SISCEAB

O primeiro elemento a ser considerado na determinação da TA é a elevação do aeródromo. Desse modo, na Figura 6 estão plotados os 7 aeródromos registrados com elevação superior a 4 mil pés. O Aeródromo mais elevado do Brasil é SINC, Campo Nuic, localizado na FIR Curitiba, na parte externa, do setor sul, da TMA Florianópolis, com elevação de 4717,8 pés, sendo o único aeródromo da FIR Curitiba acima de 4000 pés. O segundo mais elevado é SSEF, Fazenda Passaredo, localizado na FIR Brasília, na parte interna da TMA Academia, com elevação de 4632,5 pés. Como pode ser observado na Figura 6, ainda na FIR Brasília há outros quatro aeródromos com

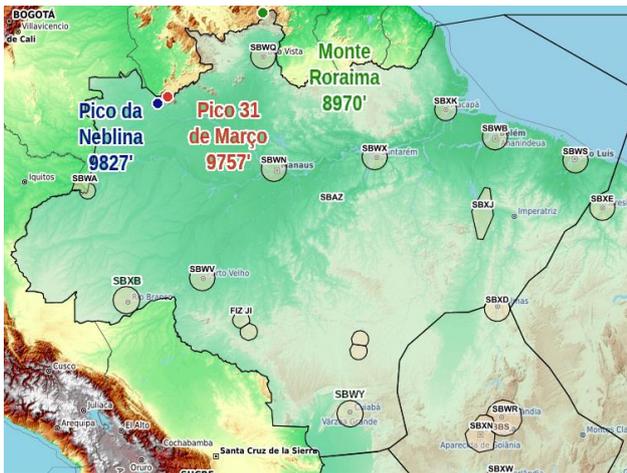


Figura 7 - Pontos elevados da FIR Amazônica
Fonte: ICEA

Na parte sul da FIR Recife, na Região da Serra do Caparaó, está o Pico da Bandeira, com elevação de 9486', 3º ponto mais elevado do SISCEAB. Também estão localizados na mesma Serra, o Pico do Calçado e o Pico do Cristal. Essas elevações estão localizadas entre as TMA Belo Horizonte e Vitória, 4º e 16º mais movimentadas do Brasil, respectivamente. Portanto trata-se de uma região com um determinado número de voos regionais, sendo também ponto de passagem entre a Região Nordeste e Sudeste do País, apresentando elevado crescimento do número de movimentos nos períodos de férias, exigindo, assim, planejamento para os aeronavegantes que utilizam o espaço aéreo inferior.

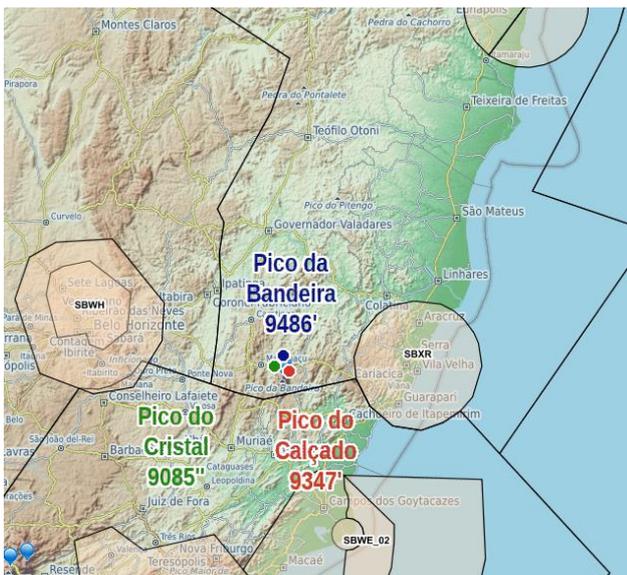


Figura 8 - Pontos elevados da FIR Recife
Fonte: ICEA

Entre as TMA São Paulo e Rio de Janeiro, as duas TMA mais movimentadas do Brasil, chegando juntas a ultrapassar meio milhão de movimentos ao ano, encontra-se a Serra da Mantiqueira. Trata-se de uma cadeia montanhosa com mais de 500 quilômetros de extensão que se estende pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Nesta Serra, estão localizados o Pico da Pedra da Mina, com 9180', e o Pico das Agulhas Negras, com 9157', são a 5ª e a 6ª maiores elevações do Brasil, respectivamente.

Trata-se de um dos espaços aéreos mais movimentados do Brasil. Todo tipo de aviação faz uso desse Espaço Aéreo: Aviação Militar, Aviação Regular, Aviação Geral, Paraquedistas e Voos Experimentais.



Figura 9 - Pontos elevados da FIR Curitiba
Fonte: ICEA

Apesar de não estarem representados na Figura 9, o 9º e o 10º pontos mais elevados do Brasil, Morro do Couto e Pedra do Sino de Itatiaia, também fazem parte do complexo da Mantiqueira.

Os elementos geográficos apresentados nesta seção apontam que o Brasil possui diversas formações com elevações superiores a 9000 pés. Apontando, portanto, para a conveniência da adoção de uma TA de 10 mil pés ou superior.

A adoção de uma TA unificada de 10 mil pés permitiria que os aeronavegantes cruzassem essa altitude utilizando o ajuste QNH. Nessa situação, uma vez que a navegação vertical está baseada em altitude de voo e não mais em nível, a tripulação teria real consciência da separação com as elevações do terreno.

Segurança Operacional. Assim potenciais riscos devido a falta de padronização permaneceriam. Um exemplo dos óbices trazidos pela falta de padronização pode ser exemplificado com o auxílio da Figura 14. Uma aeronave voando no nível 060 no interior da TMA Aracaju (SBXA) estaria utilizando configuração QNE, enquanto uma outra aeronave a 5500 pés na TMA Salvador (SBXS) estaria utilizando configuração QNH. Duas aeronaves em espaços aéreos adjacentes utilizando referências altimétricas diferentes implica em maior carga de trabalho para os ATCO responsáveis por essas porções do espaço aéreo. TA harmonizadas em TMAs adjacentes significam menor carga de trabalho para os ATCOs, viabilizando um uso mais eficiente e seguro do espaço aéreo.



Figura 14 - TMA Aracaju (SBXA) e TMA Salvador (SBXS) - Fonte ICEA

3.1.2. Impacto para os Provedores de Serviços de Navegação Aérea (PSNA)

Não haveria necessidade de mudanças no planejamento atual de recursos, orçamentos, e arquitetura do espaço aéreo (EASA, 2012).

3.1.3. Impacto na carga de trabalho dos ATCO

Os estudos realizados por (EASA, 2012) apontam que não haveria necessidade de treinamento adicional para os ATCO, entretanto os impactos esperados com o aumento da demanda, poderiam ser diminuídos com um espaço aéreo padronizado.

3.1.4. Impacto para os aeronavegantes;

Não haveria impacto para os aeronavegantes, entretanto (Frei, 2016) aponta que atualmente o ajuste do altímetro ocorre na fase de maior carga de trabalho da tripulação. Isso se deve, em parte, a falta de atualização nas orientações emitidas pela ICAO sobre o assunto. Com a evolução ocorrida ao longo do tempo na performance das aeronaves e a modernização dos procedimentos de chegada e saída, resulta que entre 2000 e 6000 pés são as fases de maior carga de trabalho dos pilotos (Figura 15), exatamente a região recomendada pela ICAO, pois a norma diz que deve ser a menor altitude possível acima de 3000 pés.

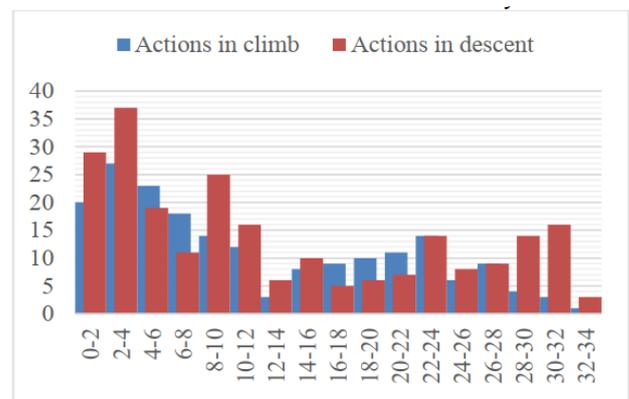


Figura 15 - Atividades de cabine - (Frei, 2016)

3.1.5. Impactos relacionados à economia ou eficiência das operações

Não haveria custos adicionais, tão pouco redução na quantidade de níveis de voo disponíveis para utilização. (EASA, 2012)

3.1.6. Impactos ambientais

Uma vez que as configurações atuais de TA colocam o procedimento de ajuste de altímetro em etapas de elevada carga de trabalho da tripulação, tais configurações podem não estar adequadas ao uso aprimorado de Operações de Descida Contínua (CDOs), bem como procedimentos de partidas de alta eficiência (CCOs).

3.2. Opção 2 - Implementar a harmonização da TA de 10000 pés para todas as TMA do SISCEAB

3.2.1. Impactos na Segurança Operacional

A harmonização aumentaria os níveis de consciência situacional, bem como reduziria a

carga de trabalho da tripulação em fases críticas do voo.

3.2.2. Impacto para os Provedores de Serviços de Navegação Aérea (ANSP)

A harmonização resultaria em ambiente operacional ATM mais previsível e simplificado. Entretanto haveria custos decorrentes da necessidade de simulação e validação em ambiente simulado dos novos procedimentos adotados (EASA, 2012).

3.2.3. Impacto na carga de trabalho dos ATCO

Atualmente os aeronavegantes dispõem de diversas fontes automatizadas para obtenção do QNH, conforme explicado na Seção 2.6, mesmo assim haveria uma pequena redução na carga de trabalho dos ATCO.

3.2.4. Impacto para os aeronavegantes

Um ambiente ATM mais simplificado reduziria a carga de trabalho da tripulação, permitindo que as configurações de altímetro sejam realizadas em etapas mais adequadas do voo. Atualmente o ambiente é heterogêneo e a tripulação precisa conferir qual é a TA sempre que voa para uma nova localidade.

3.2.5. Impactos relacionados à economia ou eficiência das operações

Embora os dados relacionados a custos e benefícios não estejam disponíveis para avaliação, é evidente que haverá custos de harmonização. Entretanto, espera-se uma melhora pouco perceptível nas operações aéreas. (EASA, 2012)

3.2.6. Impactos ambientais

No caso do SISCEAB seria necessário atualizar todas as Cartas de Saída por Instrumento (SID), Cartas de Chegada (STAR) e Cartas de Aproximação por Instrumento (IAC) publicadas no Brasil. No total, são 729 SID (publicados em 542 cartas, atendendo a 141 aeródromos), 283 STAR (publicados em 164 cartas, atendendo a 36 aeródromos) e 707 IAP (publicados em 653 cartas, atendendo a 146 aeródromos) em vigor no ciclo AIRAC de 19 de maio de 2022. A sua alteração poderia ser feita durante a revisão periódica dos procedimentos, que deve ser efetuada a cada cinco anos (DECEA, 2022) (ICAO, 2018).

3.3. Opção 3 - Implementar a harmonização da TA de 18000 pés para todas as TMA do SISCEAB

3.3.1. Impactos na Segurança Operacional

A Harmonização indica aumento da consciência situacional e redução da carga de trabalho da tripulação em fases críticas do voo, exatamente como na opção 2. Entretanto, essa opção desloca o procedimento de ajuste do altímetro para a região sob o controle do Centro de Controle de Área (ACC). Apesar de exigir mais treinamento, foi a opção adotada com sucesso pela FAA.

3.3.2. Impacto para os Provedores de Serviços de Navegação Aérea (ANSP)

A médio prazo, o processo de harmonização resultaria em um ambiente operacional ATM mais simplificado, como ocorre na opção 2.

3.3.3. Impacto na carga de trabalho dos ATCO

Atualmente os aeronavegantes dispõem de diversas fontes automatizadas para obtenção do QNH, conforme explicado na Seção 2.6, mesmo assim haveria uma pequena redução na carga de trabalho dos ATCO. Entretanto, a elevação da TA para 18000 pés pode deslocar alguma atividade do ATCO que atua em TMA, para o ATCO que atua no ACC.

3.3.4. Impacto para os aeronavegantes

Um ambiente ATM mais simplificado reduziria a carga de trabalho da tripulação, permitindo que as configurações de altímetro sejam realizadas em etapas mais adequadas do voo. Entretanto, a elevação da TA para 18000 pés exigiria treinamento adicional para os aeronavegantes, uma vez que o procedimento de ajuste do altímetro sairia do espaço aéreo inferior, área da TMA, onde os aeronavegantes brasileiros estão habituados com a realização desse procedimento, para espaço aéreo superior, área do ACC.

3.3.5. Impactos relacionados a economia ou eficiência das operações

Embora os dados relacionados a custos e benefícios não estejam disponíveis para avaliação, é evidente que haverá custos de harmonização. Entretanto, espera-se uma melhora mesmo que pouco perceptível nas operações aéreas.

3.3.6. Impactos ambientais.

Exatamente como no item 3.2.6

3.4. Harmonização da TA nas FIR do SISCEAB

Durante a elaboração deste relatório, concluiu-se que não há estações meteorológicas suficientes, ao longo do território brasileiro, para harmonização ampla, ficando o escopo desse estudo limitado ao processo de Harmonização das Altitudes de Transição do SISCEAB das quarenta e uma TMAs em operação no país.

4. CONCLUSÕES

Segundo (EASA, 2012) durante as atividades do Grupo de Trabalho para Implementação da Altitude de Transição Harmonizada da Europa (HETA TF), os especialistas indicaram a altitude de 18000 pés como a melhor opção a ser empregada na região de responsabilidade do Eurocontrol.

Ao longo dos trabalhos da força tarefa, constatou-se que a altitude de 10000 pés se mostrou mais adequada para definição de uma TA única para o continente Europeu. Apesar de alguns países já terem implantado a TA de 10000 pés com sucesso, (EASA, 2012) mostra que o processo na Europa ainda levará muitos anos para ser concluído.

Não é possível, no escopo deste relatório definir qual das opções é mais adequada para o SISCEAB. Entretanto, observa-se que a opção 2 traz as seguintes vantagens:

1- Melhora os níveis de segurança operacional em algumas regiões do Brasil, conforme mostrado na Seção 3.1.1;

2- Reduz a carga de trabalho da tripulação nos momentos críticos do voo, conforme Seção 3.1.4;

3- Harmonizaria a TA acima de qualquer obstáculo existente no território nacional, contribuindo assim para um aumento na segurança operacional; e

4- A opção 2 traria poucos impactos para as operações ATM do SISCEAB, uma vez que já há TA de 9000 pés implantada no SISCEAB.

5. CONTINUAÇÃO DOS TRABALHOS

Os dados apresentados neste trabalho servem de subsídio para o relatório que seria enviado do ICEA para o Subdepartamento de Operações (SDOP) do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) para análise e deliberação, de modo que haveria dois caminhos possíveis. Adotar a opção 1, e manter a configuração atual das TAs do SISCEAB, ou a criação de grupo de trabalho (GT) multidisciplinar com o objetivo de elaborar o Projeto de Harmonização das Altitudes de Transição do SISCEAB (HATS). Esse GT poderia ser composto por representantes do Subdepartamento de Operações do DECEA (SDOP), Instituto de Controle do Espaço (ICEA), Instituto de Cartografia Aeronáutica (ICA), Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea (CGNA), Seção de Gerenciamento de Tráfego Aéreo (ATM) dos cinco Regionais (CINDACTAs e CRCEA-SE) do SISCEAB e representantes das companhias aéreas e pilotos.

Por fim, os autores agradecem aos militares do efetivo do ICEA: Capitão Mário e Sargentos Nelson, Sillas, Tábada e Mentzingen, pela dedicação e empenho na coleta dos dados que foram utilizados na elaboração deste trabalho.

Referências

DECEA. (16 de janeiro de 2016). Instrução do Comando da Aeronáutica que estabelece o emprego da “Correção QNE” (ICA 100-02). Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

DECEA. (19 de novembro de 2020). Instrução do Comando da Aeronáutica Serviços de Tráfego Aéreo (ICA 100-37). Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

DECEA. (30 de março de 2021). Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2021. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

DECEA. (05 de junho de 2022). *AISWEB*. Fonte: Pesquisa por código indicador: <https://aisweb.decea.mil.br/>

DECEA. (14 de junho de 2022). Programa SIRIUS - Realizações 2021. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

- DECEA. (05 de junho de 2022). *REDEMET*.
Fonte: REDEMT Aeródromos:
<https://redemet.aer.mil.br/>
- EASA. (2012). *A-NPA 2012-01: Harmonised Transition Altitude*. Cologne: EASA.
- Eurocontrol. (12 de julho de 2022). *A320, vicinity Paris CDG France, 2022*.
Fonte: skybrary:
<https://skybrary.aero/accidents-and-incidents/a320-vicinity-paris-cdg-france-2022>
- Frei, J. (30 de julho de 2016). Implementation of Harmonised European Transition. *Magazine of Aviation Development*, pp. 5-13.
- IBGE. (29 de fevereiro de 2016). *Geociências: IBGE revê as altitudes de sete pontos culminantes*. Fonte: Agência IBGE:
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/15275-geociencias-ibge-reve-as-altitudes-de-sete-pontos-culminantes>
- ICAO. (30 de junho de 2018). DOC 8168 PANS-OPS/611: Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations. Quebec, Montréal, Canadá.