

EQUIPAMENTOS DE AUXÍLIO À RADIONAVEGAÇÃO AÉREA: BASE DE INTEGRAÇÃO DA REGIÃO AMAZÔNICA

João Carlos EONEZAVA (1); Carlos Gomes FONTINELLE (2)

(1) CEFET-AM/UNED, Av. Danilo Aersa, S/N, (92) 3613-3535, (92) 3613-3530, e-mail:

angelzawa@hotmail.com

carlos_fontinelle@yahoo.com.br

RESUMO

Com a imensidão da Região Amazônica é necessário que se tenha equipamentos de auxílio à radionavegação aérea que indiquem o caminho e a localização de uma aeronave. Quando mal orientada, seja pela tripulação, seja pelo controle de tráfego aéreo ou pela ausência dos equipamentos necessários à navegabilidade aérea, as viagens tornam-se mais perigosas. Este trabalho tem por objetivo fazer um estudo de caso da implantação de equipamentos de auxílio à radionavegação aérea na Amazônia, considerados como fatores primordiais de integração dessa vasta região. A metodologia utilizada foi o estudo da funcionalidade técnica dos principais equipamentos eletrônicos de auxílio à radionavegação aérea localizados em estações terrenas e a bordo de aeronaves. Foram realizadas visitas às principais Bases Aéreas e aeródromos da região. Para acompanhamento operacional dos referidos equipamentos, análise de cartas de navegação aérea e entrevistas com pilotos militares e civis que pilotam aeronaves em diversas localidades da Amazônia, foram realizadas algumas horas de voo em aeronaves militares. Logo, há premente necessidade de implantação desses equipamentos na Amazônia, principalmente nas regiões de difícil acesso que dependem de aeronaves para transporte de medicamentos, alimentos e socorros médicos, bem como para fomentar o desenvolvimento, integração e segurança dos Estados Amazônicos.

Palavras-chave: aviação, Região Amazônica, equipamentos de auxílio à radionavegação aérea, desenvolvimento e integração dos Estados Amazônicos.

1. INTRODUÇÃO

Voando sobre a Amazônia, observa-se uma vasta região, coberta pela floresta verde, cortada por rios e seus afluentes e onde surgiram pequenas cidades no meio desta região.

As cidades na selva amazônica são localizadas, na maioria delas, próximas de rios onde o transporte fluvial era o responsável pelo próprio abastecimento.

Com a chegada da aviação na Amazônia, facilitou-se o desenvolvimento das suas cidades, por meio do transporte de alimentos, de estivas, de materiais diversos e, principalmente, do ser humano; tudo isso, de maneira mais rápida. Além disso, a aviação ajudou no amparo das pessoas carentes e no transporte de doentes e enfermos.

Como todo meio de transporte, a aviação necessita de recursos que informem às tripulações as localizações das cidades, assim como a direção e o sentido a ser seguido, a fim de que se possa chegar ao destino. Contudo, devido as grandes altitudes e velocidades que as aeronaves vêm desenvolvendo com o passar dos anos, são necessários equipamentos que auxiliem na navegação aérea, no pouso (ou na aproximação) e na decolagem, de maneira segura e eficiente.

Equipamentos de auxílios à radionavegação aérea (EARNA) foram criados e instalados nas rotas, nos aeroportos e nas pistas de pouso das cidades e vilarejos. Estes equipamentos indicam a direção que a aeronave deve seguir para chegar à localidade desejada e, em caso de más condições meteorológicas, auxiliam na aproximação para o pouso e na decolagem.

Na Região Amazônica, poucas cidades e rotas em direção a elas estão aparelhadas com estes equipamentos.

Uma cidade como São Gabriel da Cachoeira (AM) a 852 km ou Tefé (AM) a 450 km (todas as distâncias em relação à Manaus), caso estejam sem condições visuais para o pouso e decolagem de aeronaves e, estando uma aeronave indo em suas direções com medicamentos, pessoas ou, principalmente, médicos para socorrerem algum enfermo, terá que retornar à cidade de origem ou à alternativa de pouso, nas condições de boa visibilidade e com combustível suficiente para chegar a estes outros locais. Caso contrário, a aeronave sofrerá um pouso forçado ou até mesmo vindo a acidentar-se, matando a tripulação e os passageiros. Ou seja, a instalação de equipamentos que auxiliam à navegação aérea, proporcionará à aproximação e a chegada da aeronave de maneira segura, sem danos aos que estão a bordo, ou seja, diminuindo o risco de acidentes.

2. EQUIPAMENTOS

Entre os principais equipamentos de auxílio à radionavegação aérea, cita-se o NDB (Non Directional Beacon), VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range), o ILS (Instrumental Landing System) e o VHF/DF (Very High Frequency/Direction Finder). O GPS (Global Positioning System – Sistema Global de Posicionamento) serviria como um grande auxílio à navegação, porém os satélites do GPS são de propriedade dos Estados Unidos da América. Ou seja, este equipamento poderá ser desligado, em caso de pane ou algum conflito com este país, interrompendo-se a transmissão de dados para o GPS no Brasil. Portanto, não haveria outro meio de localização e navegação caso a aeronave dependesse somente deste equipamento. Além disso, equipamentos diferentes com funções parecidas garantem maior segurança para as tripulações e passageiros.

3. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO DOS EARNA

3.1. NDB

O NDB (Non Directional Beacon – Radiofarol Não Direcional) é uma Estação de Radiofarol (radiotransmissora) Não Direcional instalada em aeroportos ou na rota, permitindo à aeronave navegar em direção a estes aeródromos ou pontos fixos de marcação de rotas, auxiliando a navegação aérea, de maneira a permitir o melhor traçado das aerovias e a altitude mínima de voo, com vista à segurança da tripulação e dos passageiros nas rotas e terminais.

Este auxílio é do tipo radial, transmitindo sinais não direcionais, determinando o rumo da aeronave ao piloto, conforme ilustra a figura 1. Opera na faixa de frequência de 190 kHz a 1750 kHz, sendo que, para o Brasil, são previstas as faixas de 190 kHz a 415 kHz, 510 kHz a 535 kHz e 1600 kHz a 1.700 kHz. Utiliza como identificador um tom de 400 Hz ou 1.020 Hz, modulando a portadora através do Código Morse, podendo haver comunicação através de fonia.

O sinal do NDB não é recebido na vertical do radiofarol devido à zona de silêncio. O motivo, dependendo da altura da aeronave, é quando o piloto passa por esta região, deixa de ouvir o sinal de identificação da estação e a agulha do indicador de rumo fica desorientada, executando voltas, indicando falsos rumos. Contudo, esta é a única situação em que o piloto pode determinar precisamente a posição, por saber que está sobre a vertical do radiofarol, cuja posição está marcada nas Cartas de Navegação Aérea.

À medida que a aeronave se aproxima do radiofarol, o sinal recebido aumenta, porém é uma indicação genérica, pois não indica com exatidão a posição da aeronave ao longo da área do radiofarol.

O receptor de NDB, conhecido como ADF (Automatic Direction Finding – Localizador Automático de Direção), localizado a bordo da aeronave, tem a propriedade de indicar automaticamente a direção da Estação Transmissora (Radiofarol) para a qual está sintonizada, determinando de forma contínua e automática, marcações de qualquer estação transmissora selecionada dentro da faixa de frequência e alcance. A frequência de transmissão da estação de NDB é em AM (Amplitude Modulation – Modulação em Amplitude), ou seja, o piloto poderá sintonizar uma estação de rádio local de uma determinada cidade, e, além de ouvir música, receberá a indicação no respectivo instrumento de navegação aérea, o qual será mostrado em um instrumento indicador de direção, conhecido como RMI (Radio Magnetic Indicator – Indicador Rádio Magnético).

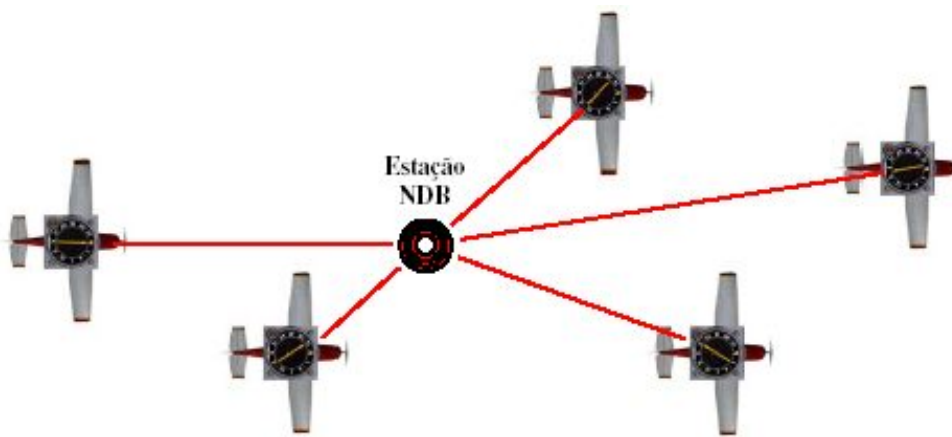


Figura 1 - Indicações de ADF em relação à estação de NDB

3.2. VOR

O VOR (VHF Omnidirectional Range – Radiofarol Omnidirecional em VHF) que significa Radiofarol de Frequência Muito Alta em Todas as Direções é mais moderno do que o Sistema NDB. O VOR foi adotado em 1960 como auxílio à navegação normal e à curta distância pela ICAO (International Civil Aviation Organization – Organização Internacional de Aviação Civil). O projeto foi baseado nas experiências relativas à comparação com outros auxílios utilizados, principalmente o NDB, procurando sanar as dificuldades dos pilotos na navegação aérea.

O sistema NDB sofre oscilações nas marcações devido ao efeito noturno, em que as ondas terrestres e aéreas sobrepõem os sinais de rádio com tendência a confundi-los, principalmente, devido às mudanças que ocorrem na ionosfera; às montanhas, em relação à refração devido às variações bruscas na condutibilidade do terreno; e às descargas elétricas que, durante as tempestades, produzem sinais de baixa e média frequência, deixando os ponteiros com oscilações. Para suprir estas deficiências, foi criado o VOR.

O VOR é um auxílio rádio à navegação aérea de curto alcance, que permite ao piloto determinar a posição, a orientação em rota e a execução de procedimentos de descida (aterro) em aeroportos que possuam este tipo de auxílio. A Estação VOR fornece uma indicação de azimuth com os incrementos dos ângulos deslocando-se no sentido do movimento dos ponteiros do relógio. A informação de azimuth relativo é então detectada e interpretada na aeronave através do receptor de bordo e dos instrumentos associados.

O VOR transmite à aeronave, em vôo, sinais de VHF dos quais são extraídas duas tensões senoidais de 30 Hz. Uma delas variando em fase, de grau em grau com relação ao azimuth, chamado de sinal variável (V); e

outra, em que a fase não varia, chamado de sinal de referência (R). Dividindo o sinal senoidal em graus a partir de um ponto de referência (figura 2), foi escolhido o ponto de 0° ou Norte Magnético, para a maior amplitude da senóide na execução positiva e foi denominado como Ponto de Referência.

A antena possui quatro fendas espaçadas ao redor da superfície cilíndrica nas posições 45°, 135°, 225° e 315°, designadas como NE, SE, SW e NW, respectivamente, com dimensões calculadas para permitir a irradiação com polarização horizontal e reduzir ao mínimo, o valor da irradiação com polarização vertical. Para os demais pontos, sempre ocorrerá um somatório de lóbulos. Ou seja, na radial 0°, uma aeronave receberá quantidades iguais de energia das fendas 315° e 45°, cuja soma vetorial fornecerá uma resultante com fase 0°, assim como nos demais pontos em torno da estação (figura 2).

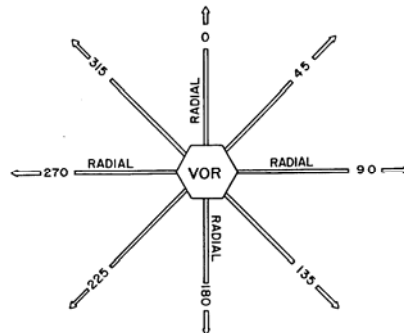


Figura 2 – Radiais

Comparando-se os valores máximos dos sinais senoidais e o tempo decorrido entre o surgimento desses valores, conclui-se que esse atraso de tempo pode ser transformado em graus. Essa diferença (comparação) é transmitida para um determinado instrumento que está à bordo da aeronave como o RMI (Radio Magnetic Indicator – Indicador de Rádio Magnético) e o HSI (Horizontal Situation Indicator – Indicador de Situação Horizontal) ou Indicador de Curso, comparando a fase e fornecendo a indicação nestes instrumentos.

Além dos dois sinais de navegação transmitidos pelo VOR, o de referência e o variável, a estação transmite o Tom de Identificação composto por três letras em Código Morse, na frequência de 1.020 Hz.

3.3. ILS

O Sistema de Aterrissagem por Instrumento, conhecido como ILS (Instrument Landing System) proporcionou o sucesso da aviação moderna e, principalmente, tornou os pousos mais seguros, mesmo sob condições de baixo teto e visibilidade. Reduziu materialmente as interrupções de serviços em aeroportos devido às condições de mau tempo. O ILS fornece ao piloto, a informação eletrônica do alinhamento com o eixo da pista e do ângulo de descida, na aproximação final para pouso. Ou seja, é um sistema de aproximação de precisão o qual permite o pouso com baixa ou nenhuma condição de visibilidade.

Oferece as informações de trajetória (*Localizer* e *Glide Slope*), de distância e altitude (marcadores e balizadores), audíveis e visuais.

3.3.1. Localizer (Localizador)

É o transmissor que emite sinais (faixas) altamente direcionais, para referência quanto à direção da aeronave na aproximação final para o pouso, ou seja, fornece ao piloto a informação eletrônica do alinhamento com o eixo da pista, produzindo um diagrama de irradiação composto, dentro da faixa de VHF, entre 108 MHz e 112 MHz, nos decimais ímpares, modulada em amplitude por sinais de áudio de 90 Hz e 150 Hz.

Dois cursos no plano azimutal são fornecidos para o indicador de bordo: um, dirigido ao longo do eixo da pista na região da direção de aproximação das aeronaves, outro com o rumo relativo de 180° em relação ao primeiro. Além disso, fornece um curso de guia lateral da aeronave atuando no ponteiro vertical do instrumento de bordo. Ou seja, o diagrama é distribuído de forma a gerar um setor de curso, cujo centro coincide com a linha central da pista. Se a aeronave estiver voando exatamente sobre o prolongamento da linha central da pista de pouso, o indicador do receptor de bordo não indicará diferença alguma entre as

percentagens de modulação dos sinais de 90 Hz e 150 Hz (figura 3). Com isso, informa o curso relativo ao prolongamento do eixo da pista de pouso às aeronaves em aproximação final. A informação é recebida pelo equipamento de bordo (receptor) e apresenta-se através do HSI.

3.3.2 Glide Slope (Trajetória de Planeio)

O *Glide Slope* é um transmissor que emite sinais formando uma faixa inclinada em direção à pista, possibilitando ao piloto indicações sobre o ângulo de descida e a altitude da aeronave na aproximação final, ou seja, fornece ao piloto a informação eletrônica da rampa de aproximação para o pouso (altura).

Conhecido também como *Glide Path*, indicador de trajetória de descida ou de trajetória de planeio, transmite o padrão de sinal que produz uma rampa de planeio (uma espécie de estrada virtual) ao longo do curso de aproximação frontal, fornecendo, assim, um guia vertical ao piloto, atuando no ponteiro horizontal do instrumento de “ponteiros cruzados” da aeronave.

Assim como o *Localizer*, o *Glide Slope* transmite sinais com modulação, 90 Hz e 150 Hz, sobrepondo, ou seja, um sobre o outro (superior e inferior), formando uma linha central divisória (trajetória de planeio) no setor de aproximação para a pista (figura 3). O sinal de 90 Hz é transmitido na parte superior da rampa imaginária, enquanto que o de 150 Hz é transmitido na parte inferior. Porém, não possui o *Back Course*, como o Localizador, pois não emite sinais na direção oposta.

3.3.3 Marcadores

Os Marcadores são transmissores que operam na frequência de 75 MHz, com potência de 3 W e emissão dirigida no sentido vertical, com a finalidade de informar precisamente, a distância, altitude e direção, estando a aeronave no bloqueio de cada um.

São divididos entre dois e três marcadores, dependendo da categoria do aeródromo:

a) Marcador Externo (Outer Marker - OM) – o mais afastado da pista, é o marcador onde se inicia a interceptação da Trajetória de Planeio através de um transmissor balizador com sinal modulado de 400 Hz a 475 Hz e audível em Código Morse, emitindo contínuos traços na razão de dois por segundo. É o primeiro marcador com a finalidade de informar a altitude e a distância da aeronave para a cabeceira da pista quando essa estiver no bloqueio, ou seja, sobre a antena. Nesse momento, a aeronave deverá estar na altitude entre 600 m +/- 200 m (2.000 ft +/- 650 ft) e a uma distância da cabeceira da pista entre 6,5 km a 11,1 km (3,5 NM a 6 NM), dependendo das condições topográficas da região. Durante o bloqueio, além do sinal audível no painel da aeronave, acende uma luz azul e intermitente (piscante).

b) Marcador Médio (Middle Marker – MM) – é o segundo transmissor do sistema ILS, modulado em 1.300 Hz, com som audível em Código Morse, que emite pontos e traços, alternados, na média de um por segundo. No momento exato do bloqueio na trajetória correta de planeio, a aeronave deverá estar na altitude entre 300 m +/- 100 m (1.000 ft +/- 325 ft) e a uma distância da cabeceira da pista entre 1.050 m +/- 150 m (3500 ft +/- 500 ft), dependendo das condições topográficas locais. Ou seja, varia conforme as características do terreno e o ângulo do *Glide Slope*. Além do som audível, acende uma luz no painel da aeronave de cor âmbar.

c) Marcador Interno (Inner Marker – IM) - é o terceiro balizador que está localizado bem próximo à cabeceira da pista. É utilizada somente em aeródromos que possuam equipamentos que permitam à aproximação com maior precisão (Categoria II em diante). Como nos marcadores anteriores, a aeronave deverá bloqueá-lo em uma altitude entre 150 m +/- 50 m (500 ft +/- 160 ft) e fica localizado a uma distância da cabeceira da pista entre 75 m a 450 m (250 ft a 1500 ft) dependendo das condições topográficas locais. É um transmissor com sinal modulado em 3.000 Hz, audível em Código Morse, com a emissão de uma série de pontos, na razão de seis por segundo. Assim como os demais, além do som audível, acende uma luz branca no painel da aeronave (figura 3).

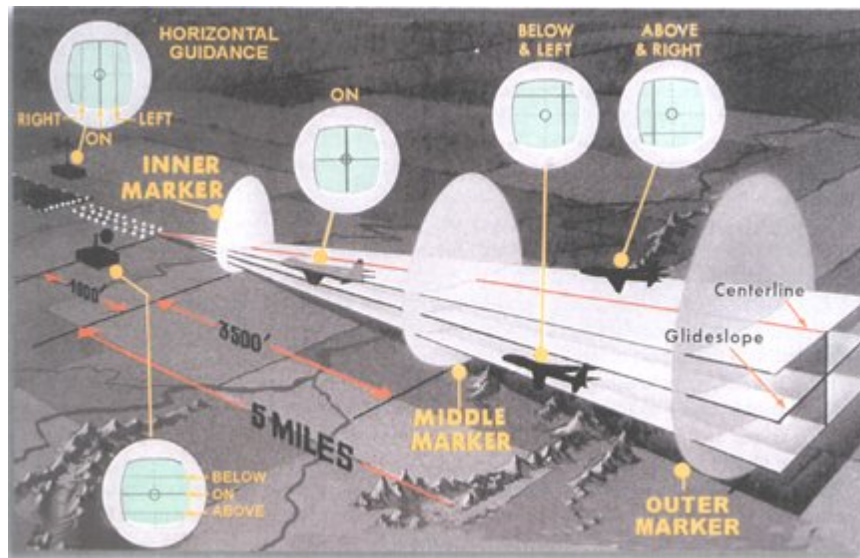


Figura 3 - Quadro Geral de Distribuição do Sistema ILS

3.4. VHF/DF

O sistema conhecido como VHF/DF (VHF / Direction Finder), que significa Localizador de Direções em VHF, que no Brasil é conhecido como Recalada (em inglês, HOMER), ou seja, Estação Radiogoniômetra, está instalada nas torres de controle (TWR) da maioria dos aeroportos que dispõem deste equipamento, operando nas frequências existentes, possibilitando ao Controlador de Tráfego Aéreo determinar através dos sinais emitidos por um rádio transmissor, a direção das ondas recebidas. O objetivo primordial é localizar a direção, em graus, com relação à posição física do emissor dos sinais, permitindo ao controlador determinar a posição de uma aeronave em relação à TWR, fornecendo diretamente a marcação e a linha de posição na qual ela se encontra. O VHF/DF funciona de maneira inversa a um rádio compasso, ou seja, um determinado equipamento da aeronave procura um radiofarol que está no solo emitindo as ondas e o Recalada procura o transmissor da aeronave. Portanto, a localização é realizada com maior exatidão, já que o próprio transmissor está na aeronave. O piloto comprime a tecla do microfone (PTT - push-to-talk) permitindo com que a onda portadora seja alcançada no ar. Com isso, indicará a antena da aeronave.

Uma das principais finalidades do Sistema VHF/DF é orientar o piloto a voar para a estação ou para outra localidade em que possa pousar VFR (Visual Flight Ruler – Regras de Voo Visual) através de um órgão ATS (Air Traffic Service – Serviço de Tráfego Aéreo) que possua uma estação VHF/DF, pois, quando uma aeronave estiver sem os sistemas de radionavegação, dependendo das condições em que voa, poderá ficar totalmente desorientada.

A outra finalidade é servir de apoio básico para o pouso por instrumentos de aeronaves que se encontram com falha do sistema de radionavegação, no aeródromo que possuir o Recalada.

O equipamento utilizado é somente o receptor (figura 4) que pode operar alternadamente duas frequências distintas, na faixa entre 118 MHz a 136 MHz. Possui dois mostradores concêntricos enumerados de 0° a 360° para indicação de marcação magnética e verdadeira, com um ponteiro diametral constituído de um indicador largo pintado de amarelo, indicando marcações (magnéticas e verdadeiras) e um outro estreito, pintado de branco, indicando linhas de posição, também magnética e verdadeira.



Figura 4 - Antena do Receptor de VHF/DF

3.5. Outros Equipamentos de Auxílio à Radionavegação Aérea

Alguns equipamentos como o DVOR (DOPPLER VHF Omnidirectional Radio Range – VOR Doppler), ilustrado na figura 5, e o MLS (Microwave Landing System – Sistema de Pouso por Microondas), foram desenvolvidos com as mesmas características dos sistemas VOR e ILS, proporcionando às tripulações realizarem seus vôos de maneira mais segura e confiável, comparados aos anteriores.



Figura 5 - Conjunto de Antenas do Sistema DVOR.

Além destes equipamentos, existe o RADAR (Radio Detecting And Ranging – Detecção e Localização por Ondas de Rádio) e o DME (Distance Measuring Equipment – Equipamento Medidor de Distância) que funciona com os mesmos princípios do RADAR, onde a distância é determinada pelo tempo de ida e volta dos pulsos (sinais) de RF entre dois pontos (figura 6), e aqueles que não dependem de estações terrenas, como os sistemas de navegação Doppler e o Inercial. Todos são equipamentos modernos que auxiliam, também, a radionavegação aérea, baseados nos princípios de funcionamento dos sistemas anteriores e em ondas eletromagnéticas.

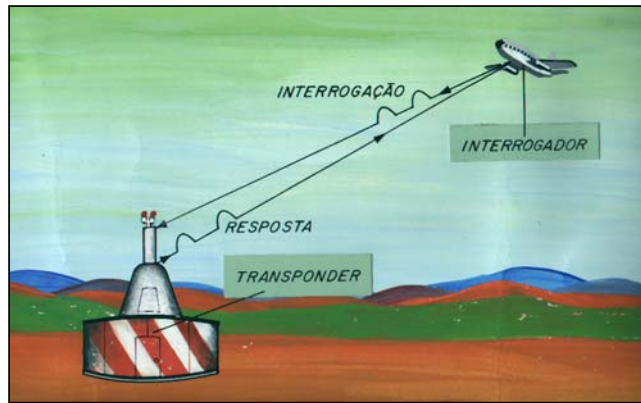


Figura 6 - Princípio de Funcionamento do Sistema DME

4. CONCLUSÃO

Uma região de 3.591.218 km² e em desenvolvimento, além de ser um local almejado por outros países, possui pouca quantidade de serviços de radiocomunicação e radionavegação, onde somente em algumas das grandes cidades desta região, existem equipamentos que podem auxiliar os pilotos tanto para a navegação aérea quanto para pousos e decolagens. Porém, em outras localidades, como Eirunepé-AM, Marechal Taumaturgo-AC, Manoel Urbano-AC que fazem parte do CAN (Correio Aéreo Nacional), desde a reativação em 2004, onde as aeronaves da Força Aérea Brasileira pousam para realizarem as visitas de assistência médico-odontológica, não possuem equipamentos de auxílios à navegação aérea suficientes. Ou seja, quando o piloto for aterrisar numa dessas cidades e, devido às condições meteorológicas ruins, se isso não for possível, terá que se deslocar para um aeródromo alternativo, que dependerá do combustível e dos equipamentos de radionavegação disponíveis para ir a este outro aeródromo. Caso não o tenha, e não haja condições visuais para o pouso, possivelmente haverá um acidente.

Poderia se dizer que, os equipamentos do SIVAM/SIPAM (Sistema de Vigilância da Amazônia/Sistema de Proteção da Amazônia) auxiliam as aeronaves na região, porém, não oferecem precisão à aproximação e ao pouso, bem como à decolagem das aeronaves, pois foram criados para a vigilância e a proteção da Amazônia e não para fins de navegação.

Além do mais, os gastos da instalação e da manutenção dos EARNA são baixos, comparados com a segurança das vidas daqueles que utilizam o transporte aéreo. Uma aeronave em condições seguras de voo dependerá, também, das mesmas condições dos equipamentos de auxílio em solo.

REFERÊNCIAS

AIRPORT SYSTEMS INTERNATIONAL, INC. **Operations & Maintenance Manual**, PN 572100-0001, **E-Manual**. Rev D. Alenia Marconi Systems, Inc. 2003. 1 CD-ROM.

CÓDIGO BRASILEIRO DE AERONÁUTICA. **Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986**. Código Brasileiro de Aeronáutica.

COMANDO DA AERONÁUTICA. **ICA 100-16 – Sistema de Aproximação por Instrumentos Categoria II**. Comando da Aeronáutica, 2002.

COMANDO DA AERONÁUTICA. **ICA 100-12 – Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo**. Comando da Aeronáutica. 2006.

COMANDO DA AERONÁUTICA. **MMA 100-1 – Operação Recalada**. Comando da Aeronáutica, 1990.

COMANDO DA AERONÁUTICA. **MMA 100-31 – Manual do Controlador de Tráfego Aéreo.** Comando da Aeronáutica, 1994. 351 p.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Coletânea dos Procedimentos de Subida e Descida dos Aeródromos Brasileiros.** DECEA.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Cartas de Rota (ERC – Enroute Chart) L1/L2/L3/L4.** DECEA, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA. **Manual de Familiarização do Curso de Sistemas de Radionavegação e Radiocomunicação da EMBRAER da Aeronave EMB-110 (Bandeirante).** EMBRAER, 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA. **OT1C95-1 – Manual de Voo da Aeronave C-95 Bandeirante (EMB-110).** EMBRAER.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. **Apostila do Curso de Reciclagem de Operadores de Estação Aeronáutica.** INFRAERO. Brasília, 2001.

EONEZAVA, João Carlos. **A Importância dos Equipamentos de Rádio-Navegação Aérea na Amazônia.** 2006. 162p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas – CEFET-AM (UNED), Manaus, 2006.

ESCOLA DE ESPECIALISTAS DE AERONÁUTICA. **Apostilas do Estágio de Adaptação à Graduação de Sargento. Equipamentos de Auxílio à Navegação Aérea (EANA), Módulos I, II, III, IV e V.** Comando da Aeronáutica. EEAR, 2002.

ESCOLA DE ESPECIALISTAS DE AERONÁUTICA. **Apostilas do Curso de Formação de Sargento. Sistema de Auxílio à Navegação Aérea.** Comando da Aeronáutica. EEAR, 2001.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AO VÔO. **Manual do Curso Básico de ILS (CB-09).** Comando da Aeronáutica. IPV.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AO VÔO. **Manual de Manutenção do VOR 585-B (MN-31).** Comando da Aeronáutica. IPV.

MONTEIRO, Manoel Agostinho. **Nova Síntese da Navegação Aérea – 2ª Parte.** 2 ed. rev. São Paulo: ASA, 2001. 190 p.

TSO-C129a – Airbone Supplemental Navigation Equipment Using Global Positioning System (GPS). Department of Transportation. Federal Aviation Administration (FAA). Washington, DC. USA. 1996.

Air Andinas.com
Disponível em <www.airandinas.com>

Aviation Safety Network
Disponível em <<http://aviation-safety.net>>

Aviation Communication and Surveillance Systems
Disponível em <<http://www.acssonboard.com>>

Basic outline and principal working of INS de Jamie Al-Nasir.
Disponível em <<http://www.pakaviation.com>>

Bianch.com – O Maior Pilot's Shop da Internet
Disponível em <<http://www.bianch.com>>

CENIPA - Coletânea de Acidentes Aéreos com Aeronaves Civis na década de 90
Disponível em <<http://www.cenipa.aer.mil.br>>

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo
Disponível em <<http://www.decea.gov.br>>

Força Aérea Brasileira
Disponível em <<http://www.fab.mil.br>>

General Aviation
Disponível em <http://www.gaservingamerica.com>>

Globo.com - Os Maiores Acidentes Aéreos desde 1997 – 07 de dezembro de 2005
Disponível em <<http://www.globo.com>>

INFRAERO
Disponível em <<http://www.infraero.gov.br>>

RAYTHEON
Disponível em <<http://www.raytheon.com>>

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar aqui, neste mundo, realizando esta tarefa de poder transmitir meus conhecimentos e agradeço, também, aos meus familiares e amigos que estiveram sempre comigo na batalha do dia-a-dia.