

Márcio Luiz da Fonseca Júnior

**PROJETO CONCEITUAL DE UMA HIDROBASE A PARTIR DA
CONTEXTUALIZAÇÃO DA HIDROAVIAÇÃO NO CENÁRIO
NACIONAL E INTERNACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Programa de Graduação
da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Bacharel em Engenharia Civil
Orientador: Prof. Amir Mattar Valente
Coorientador: Eng. José dos Santos de
Magalhães

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fonseca Júnior, Márcio Luiz da

Projeto conceitual de uma hidrobases a partir da contextualização da hidroaviação no cenário nacional e internacional / Márcio Luiz da Fonseca Júnior ; orientador, Amir Mattar Valente, coorientador, José dos Santos de Magalhães, 2018.

107 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

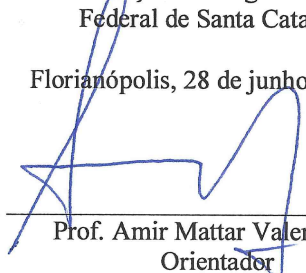
1. Engenharia Civil. 2. Projeto de hidrobases. 3. Hidroaviação. 4. Hidroavião. 5. História da hidroaviação. I. Valente, Amir Mattar. II. Magalhães, José dos Santos de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

Márcio Luiz da Fonseca Júnior

**PROJETO CONCEITUAL DE UMA HIDROBASE A PARTIR DA
CONTEXTUALIZAÇÃO DA HIDROAVIAÇÃO NO CENÁRIO
NACIONAL E INTERNACIONAL**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para
obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final
pelo Programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade
Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 28 de junho de 2018.



Prof. Amir Mattar Valente, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

Prof. Amir Mattar Valente, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. José dos Santos de Magalhães, Me.
Coorientador

Prof. Alexandre Hering Coelho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a todos que estiveram ao meu lado durante esta longa e gratificante caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha mãe, Cláudia, por toda dedicação à minha formação, por sempre me incentivar a dar meu melhor e por jamais me deixar desistir, sendo fundamental para chegar onde estou agora.

À minha irmã, Natasha, pela certeza de jamais estar sozinho nessa caminhada.

À toda minha família, em especial aos meus avós, Salete e Ivo.

Ao Paulo Eduardo Tonin, pelo companheirismo e por estar sempre ao meu lado, me apoiando, aconselhando e acreditando em mim em momentos que eu mesmo duvidara.

Ao meu professor orientador, Amir Mattar Valente, por confiar em mim e aceitar me orientar neste Trabalho de Conclusão de Curso.

Ao meu coorientador, José dos Santos de Magalhães, por compartilhar comigo sua paixão pela hidroaviação, dedicando seu tempo para me auxiliar na elaboração deste trabalho.

À Engenheira Priscila Hellmann Preuss, pela sugestão do tema deste trabalho e por jamais hesitar em me ajudar.

Ao Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans), onde tenho o prazer de trabalhar e onde descobri minha paixão pela área de transportes.

Ao professor Alexandre Hering Coelho, por aceitar fazer parte da banca examinadora deste trabalho.

A todos os professores e profissionais da área que colaboraram para minha formação.

A todos meus amigos, os que conquistei durante a graduação e os que já faziam parte da minha vida, por tornarem esse momento mais leve e prazeroso.

A todos vocês, meus mais sinceros agradecimentos, pois sozinho nada teria conquistado. Muito obrigado!

“Inventar é imaginar o que ninguém pensou; é acreditar no que ninguém jurou; é arriscar o que ninguém ousou; é realizar o que ninguém tentou. Inventar é transcender...”
(Alberto Santos-Dumont)

RESUMO

Os hidroaviões são amplamente utilizados para fins comerciais em diferentes países, atuando, também, como meio de transporte regular de passageiros. No Brasil, é pouco explorado, sendo seu uso majoritariamente voltado a voos privados experimentais, modalidade sem fins lucrativos. Para estender o uso dos hidroaviões ao transporte regular de passageiros, é necessária a construção de hidrobases. Estas, por sua vez, devem respeitar critérios de projeto e planejamento, a fim de viabilizar a operação das aeronaves com segurança. O Brasil não possui regulamentos voltados ao projeto de hidrobases. Logo, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de fornecer orientações ao projeto de hidrobases, por meio de análise do cenário histórico e atual da hidroaviação, de estudos de caso e dos regulamentos internacionais vigentes. O resultado deste é um projeto conceitual de uma hidrobases, dimensionado a partir da aplicação dos critérios previamente compilados.

Palavras-chave: Hidroavião, Hidrobases, Hidroaviação, Projeto de Hidrobases, Histórico da hidroaviação.

ABSTRACT

Seaplanes are widely used for commercial purposes in different countries, acting as a regular passengers transporting service. In Brazil, it is little explored, and its use is mostly focused on experimental private flights, which is a non-profit modality. In order to extend the seaplane use as regular passengers transporting service, the construction of seaplane bases are necessary, which must comply with design and planning criteria, in order to enable the operation of aircraft safely. Brazil does not have regulations aimed at the design of aerodromes. Therefore, this work was developed with the purpose of providing guidelines for a seaplane base design, through analysis of the historical and current scenario of this specific kind of aviation and case studies of the international applicable seaplane base standards and regulations. The final result is a conceptual design of a seaplane base, based on a set of criteria that were compiled through this work.

Keywords: Seaplane, Seaplane base, Water aerodrome, Seaplane base design, Seaplane history.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Voo de Santos-Dumont no 14 bis | 32 |
| Figura 2 – Superfície de aproximação e decolagem..... | 50 |
| Figura 3 – Superfície de aproximação e decolagem com desvio..... | 52 |
| Figura 4 – Instalações do Lado Ar | 56 |
| Figura 5 – Hidropista com demarcação por boias | 58 |
| Figura 6 – Hidropista sem demarcação | 59 |
| Figura 7 – Canais de táxi..... | 60 |
| Figura 8 – Bacias de giro..... | 61 |
| Figura 9 – Píer com hidroavião acostado | 62 |
| Figura 10 – Doca flutuante | 63 |
| Figura 11 – Grampo de amarração | 65 |
| Figura 12 – Doca flutuante com para-choques instalados..... | 66 |
| Figura 13 – Corredor de acesso ligado à doca flutuante..... | 67 |
| Figura 14 – Detalhes de rampa fixa..... | 68 |
| Figura 15 – Símbolo de identificação visual de hidrobases | 77 |
| Figura 16 – Vancouver Harbour Flight Centre..... | 79 |
| Figura 17 – Mapa de rotas aéreas realizadas pela Vancouver Harbour Flight Centre..... | 80 |
| Figura 18 – Torre de Controle da Vancouver Harbour Flight Centre ... | 81 |
| Figura 19 – Terminal Aéreo Trans Maldivian..... | 81 |
| Figura 20 – Infraestrutura do TMA | 82 |
| Figura 21 – Cessna Caravan Anfíbio..... | 84 |
| Figura 22 – <i>Layout</i> do Lado Ar | 91 |
| Figura 23 – <i>Layout</i> do Lado Terra e Área de Transição..... | 93 |
| Figura 24 – Modelo tridimensional da hidrobases (Perspectiva 1)..... | 95 |
| Figura 25 – Modelo tridimensional da hidrobases (Perspectiva 2)..... | 95 |
| Figura 26 – Modelo tridimensional da hidrobases (Perspectiva 3)..... | 96 |
| Figura 27 – Modelo tridimensional da hidrobases (Perspectiva 4)..... | 96 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Dimensões mínimas requeridas para o canal de táxi..... | 60 |
| Tabela 2 – Área total do terminal..... | 72 |
| Tabela 3 – Especificações do Cessna Caravan Anfíbio | 85 |
| Tabela 4 – Premissas de projeto..... | 86 |
| Tabela 5 – Capacidade de processamento da hidrobases..... | 86 |
| Tabela 6 – Cálculo do comprimento de hidropista | 87 |
| Tabela 7 – Área do terminal de passageiros..... | 89 |
| Tabela 8 – Estimativa de vagas de estacionamento | 90 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Linha do tempo da produção de novos modelos de hidroaviões | 38 |
| Gráfico 2 – Distribuição dos tipos de operações realizadas por hidroaviões | 39 |
| Gráfico 3 – Distribuição mundial de operadores de hidroaviões | 40 |
| Gráfico 4 – Distribuição dos hidroaviões por tipo de serviço | 41 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| AC | <i>Advisory Circular</i> |
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil |
| ASA | Área de Segurança Aeroportuária |
| CFR | <i>Code of Federal Regulations</i> |
| COMAER | Comando da Aeronáutica |
| FAA | <i>Federal Aviation Administration</i> |
| FUSETRA | <i>Future Seaplane Traffic</i> |
| IAC | Instrução de Aviação Civil |
| ICAO | <i>International Civil Aviation Organization</i> |
| Infraero | Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária |
| NORMAM | Normas da Autoridade Marítima |
| NOTAM | <i>Notice to Airmen</i> |
| PAA | Parque de Abastecimento de Aeronaves |
| RBAC | Regulamento Brasileiro da Aviação Civil |
| RBHA | Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica |
| SESCINC | Serviço de Proteção, Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromos Civis |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 27 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 28 |
| 1.1.1 | Objetivo geral | 28 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos | 28 |
| 1.2 | ESTRUTURA DO TRABALHO | 29 |
| 2 | CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA | 31 |
| 2.1 | HISTÓRICO DA HIDROAVIAÇÃO NO MUNDO | 31 |
| 2.2 | HISTÓRICO DA HIDROAVIAÇÃO NO BRASIL | 34 |
| 2.3 | CENÁRIO ATUAL DA HIDROAVIAÇÃO | 38 |
| 3 | REVISÃO BIBLIOGRAFICA | 43 |
| 3.1 | AERÓDROMO | 43 |
| 3.2 | HIDROBASE | 43 |
| 3.2.1 | Lado Ar | 43 |
| 3.2.1.1 | Hidropista | 44 |
| 3.2.1.2 | Superfícies de proteção | 44 |
| 3.2.1.3 | Canal de táxi | 44 |
| 3.2.1.4 | Bacia de giro | 44 |
| 3.2.1.5 | Área de ancoragem | 45 |
| 3.2.2 | Área de Transição | 45 |
| 3.2.2.1 | Área de acostagem | 45 |
| 3.2.2.1.1 | <i>Pier</i> | 45 |
| 3.2.2.1.2 | <i>Doca flutuante</i> | 45 |
| 3.2.2.2 | Rampa | 46 |
| 3.2.3 | Lado Terra | 46 |
| 3.2.3.1 | Terminal de passageiros | 46 |
| 3.2.3.2 | Parque de abastecimento de aeronaves | 47 |
| 3.2.3.3 | Estacionamento de veículos | 47 |
| 3.2.3.4 | Serviço de proteção, salvamento e combate a incêndio em aeródromos civis (SESCINC) | 47 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 3.2.3.5 | Pátio de aeronaves..... | 47 |
| 3.2.3.6 | Hangar..... | 47 |
| 3.3 | AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO..... | 48 |
| 3.4 | AERONAVE CRÍTICA..... | 48 |
| 3.5 | HIDROAVIÃO..... | 48 |
| 4 | CRITÉRIOS PARA PROJETO DE HIDROBASE..... | 49 |
| 4.1 | REQUISITOS PARA ESCOLHA DO SÍTIO..... | 49 |
| 4.1.1 | Superfícies de aproximação e decolagem..... | 50 |
| 4.1.2 | Dados de vento..... | 52 |
| 4.1.3 | Correntes de água..... | 53 |
| 4.1.4 | Variação do nível de água..... | 53 |
| 4.1.5 | Condições da superfície da água..... | 54 |
| 4.1.6 | Requisitos de leito..... | 54 |
| 4.1.7 | Perigo viário..... | 54 |
| 4.1.8 | Requisitos de topografia da costa..... | 55 |
| 4.1.9 | Requisitos do Lado Terra..... | 55 |
| 4.1.10 | Instalações do Lado Ar, da Área de Transição e do Lado Terra..... | 56 |
| 4.2 | REQUISITOS PARA INSTALAÇÕES DO LADO AR..... | 56 |
| 4.2.1 | Hidropista..... | 57 |
| 4.2.1.1 | Hidropista demarcada..... | 58 |
| 4.2.1.2 | Hidropista sem demarcação..... | 59 |
| 4.2.2 | Canal de táxi..... | 59 |
| 4.2.3 | Bacias de giro..... | 61 |
| 4.3 | REQUISITOS PARA INSTALAÇÕES DA ÁREA DE TRANSIÇÃO..... | 61 |
| 4.3.1 | Estruturas de acostagem..... | 62 |
| 4.3.1.1 | Características das estruturas de acostagem..... | 63 |
| 4.3.1.1.1 | <i>Localização.....</i> | <i>64</i> |
| 4.3.1.1.2 | <i>Dimensões.....</i> | <i>64</i> |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.3.1.1.3 | <i>Altura em relação ao nível de água</i> | 64 |
| 4.3.1.1.4 | <i>Métodos de amarração</i> | 65 |
| 4.3.1.1.5 | <i>Para-choque</i> | 65 |
| 4.3.1.1.6 | <i>Superfície desobstruída sobre a plataforma</i> | 66 |
| 4.3.2 | Corredores de acesso | 66 |
| 4.3.3 | Rampas | 68 |
| 4.3.3.1 | Localização | 69 |
| 4.3.3.2 | Tipos de rampa | 69 |
| 4.3.3.2.1 | <i>Rampas fixas</i> | 69 |
| 4.3.3.2.2 | <i>Rampas articuladas</i> | 69 |
| 4.3.3.3 | Comprimento..... | 69 |
| 4.3.3.4 | Largura | 70 |
| 4.3.3.5 | Posicionamento das pranchas na rampa | 70 |
| 4.3.4 | Espaçamento operacional entre as instalações da Área de Transição | 71 |
| 4.4 | REQUISITOS PARA INSTALAÇÕES DO LADO TERRA | 71 |
| 4.4.1 | Terminal de passageiros | 71 |
| 4.4.1.1 | Área do terminal..... | 72 |
| 4.4.2 | Pátio de serviço e estacionamento de aeronaves | 73 |
| 4.4.2.1 | Localização | 73 |
| 4.4.2.2 | Dimensões | 73 |
| 4.4.3 | Hangares | 74 |
| 4.4.3.1 | Localização | 74 |
| 4.4.3.2 | Área..... | 74 |
| 4.4.4 | Serviço de resgate e combate a incêndio | 74 |
| 4.4.4.1 | Tempo de resposta e disponibilidade | 75 |
| 4.4.4.2 | Plano de emergência..... | 75 |
| 4.4.5 | Parque de abastecimento de aeronaves | 75 |
| 4.4.6 | Estacionamento de veículos | 75 |

| | | |
|---------|---|-----------|
| 4.4.7 | Acesso à hidrobases | 76 |
| 4.4.7.1 | Vias de serviço..... | 76 |
| 4.5 | AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO..... | 76 |
| 4.5.1 | Identificação de hidrobases..... | 76 |
| 4.5.2 | Identificação das instalações do Lado Ar..... | 77 |
| 4.5.3 | Farol rotativo..... | 77 |
| 4.5.4 | Indicador visual de condições de vento de superfície (Biruta) | 78 |
| 4.5.5 | Iluminação das instalações da Área de Transição e do Lado Terra..... | 78 |
| 5 | EXEMPLOS DE HIDROBASES | 79 |
| 5.1 | VANCOUVER HARBOUR FLIGHT CENTRE | 79 |
| 5.2 | TERMINAL AÉREO TRANS MALDIVIAN..... | 81 |
| 6 | PROJETO CONCEITUAL DE UMA HIDROBASE..... | 83 |
| 6.1 | DIMENSIONAMENTO DA INFRAESTRUTURA | 83 |
| 6.1.1 | Aeronave de projeto..... | 83 |
| 6.1.2 | Premissas de projeto | 85 |
| 6.1.3 | Hidropista | 86 |
| 6.1.4 | Superfícies de aproximação e decolagem..... | 87 |
| 6.1.5 | Infraestrutura de acostagem e rampa | 88 |
| 6.1.6 | Terminal de passageiros | 88 |
| 6.1.7 | Pátio de serviço e estacionamento de aeronaves..... | 89 |
| 6.1.8 | Estacionamento de veículos..... | 89 |
| 6.2 | LAYOUT DA HIDROBASE | 90 |
| 6.2.1 | Layout do Lado Ar | 91 |
| 6.2.2 | Layout do Lado Terra e Área de Transição..... | 93 |
| 6.2.3 | Modelagem tridimensional do projeto | 95 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES ... | 97 |
| 7.1 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 97 |
| 7.2 | RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS ... | 98 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| REFERÊNCIAS | 99 |
|--------------------------|-----------|

1 INTRODUÇÃO

A aviação é o conjunto de atividades e técnicas que tem como objetivo o desenvolvimento, exploração e estudo de aeronaves, consistindo em uma indústria global operada por empresas do setor, com regulamentos e legislações nacionais e internacionais definidos (COLLINS; FUNATSU, 2000). De forma análoga, introduz-se a hidroaviação, que se diferencia da aviação por estar limitada às aeronaves que operam a partir da água.

Iniciada poucos anos após o primeiro voo de avião bem-sucedido, a hidroaviação representou um papel importante na história da aviação. A primeira linha aérea do mundo e a primeira travessia aérea do oceano Atlântico, por exemplo, foram realizadas por hidroaviões. Esses, que não necessitavam de pista de pouso e decolagem convencional, tiveram seu primeiro grande crescimento durante a Primeira Guerra Mundial, dada sua importância militar em missões de reconhecimento, seguido por um crescimento comercial, que estabeleceu o transporte aéreo regular intercontinental de passageiros e cargas.

Com a eclosão da Segunda Guerra Mundial, a hidroaviação, que já havia se tornado uma indústria consolidada, experienciou mais um período de grande crescimento, simultâneo ao crescimento da aviação. Esta ganhou força, aumentando os investimentos em tecnologias e infraestruturas em terra para as operações de aviões. Com o fim da guerra, os hidroaviões se tornaram menos competitivos, devido ao forte investimento em aviões.

A hidroaviação representou o início da aviação comercial no Brasil, em 1927. O hidroavião foi a primeira aeronave autorizada a trafegar comercialmente no espaço aéreo nacional e permaneceu como principal meio de transporte aéreo até o início da Segunda Guerra Mundial, quando, por questões políticas, começou a perder espaço para os aviões.

Atualmente, os hidroaviões também representam um importante meio de transporte regular de passageiros e cargas em diferentes países, possuindo regulamentação própria no que tange às suas operações e ao projeto de infraestruturas para viabilizar a movimentação dos mesmos. Estados Unidos, Canadá e República das Maldivas são exemplos de países que operam hidroaviões de forma regular. Neste último, tratando-se de um país insular que atrai elevado número de turistas todos os anos, a hidroaviação tornou-se essencial para seu crescimento econômico, fornecendo uma conexão rápida e segura entre as ilhas.

No Brasil, a hidroaviação está concentrada, em sua maioria, em voos privados experimentais, os quais não podem ser usados para fins comerciais. Desta forma, este trabalho se justifica, principalmente, na importância de avaliar uma nova forma de exploração da hidroaviação, para fins comerciais, podendo funcionar como um apoio à aviação regular no país.

Neste contexto, para propor o uso de hidroaviões no transporte regular, são necessárias diretrizes para o projeto de uma hidrobases. Como o Brasil regulamenta apenas o uso de hidroaviões, esse trabalho elabora o projeto conceitual de uma hidrobases através da revisão do documento elaborado pela *Federal Aviation Administration* (2013), voltado para o planejamento, projeto e construção de hidrobases, a AC nº 150/5395-1A, bem como, analisa outros documentos relevantes para complementar as diretrizes.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos que a serem alcançados com a elaboração deste trabalho estão divididos em: objetivo geral e objetivos específicos.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é elaborar o projeto conceitual de uma hidrobases a partir do dimensionamento de sua infraestrutura com base nos requisitos estabelecidos pelas normas de projeto vigentes, em especial a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013).

1.1.2 Objetivos específicos

- Compreender o cenário atual da hidroaviação através de uma contextualização histórica em nível nacional e internacional;
- Elaborar um manual para o projeto de hidrobases que atenda à realidade nacional, por meio de uma revisão da AC nº 150/5395-1A e, quando necessário, complementando com outros documentos pertinentes;
- Analisar modelos consolidados de hidrobases em operação, apresentando a sua importância como meio de transporte aéreo para o local.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em sete capítulos, sendo eles: introdução, contextualização histórica, revisão bibliográfica, critérios para projeto de hidrobases, exemplos de hidrobases, projeto conceitual de uma hidrobases e, por fim, considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

O primeiro capítulo traz uma introdução geral sobre o tema que será abordado ao longo do trabalho, o objetivo geral e objetivos específicos, além da estruturação do trabalho.

No segundo capítulo é feita a contextualização histórica da hidroaviação em nível mundial e nacional, bem como uma análise do cenário atual da hidroaviação.

O terceiro capítulo faz uma revisão bibliográfica acerca da hidrobases, levantando e conceituando os componentes e termos necessários para o entendimento do trabalho, usando documentos nacionais e internacionais como fonte.

O quarto capítulo consiste em uma análise dos requisitos para projeto de hidrobases. Como o Brasil não possui regulamentos específicos para o projeto de hidrobases, foi usada a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013) como fonte principal de pesquisa, acrescido de outros regulamentos relevantes.

O quinto capítulo tem como finalidade fornecer exemplos de hidrobases públicas que estão em operação, fornecendo além de imagens, dados sobre infraestrutura, movimentação, entre outros.

O sexto capítulo traz o resultado do trabalho, onde é elaborado o projeto conceitual de uma hidrobases dimensionada com base nos requisitos levantados anteriormente.

Por fim, o sétimo e último capítulo apresenta as conclusões obtidas, solucionando as problemáticas propostas e sugestões para trabalhos futuros que possam a ser desenvolvidos a partir do tema deste.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

Para compreender o cenário atual da hidroaviação, faz-se necessária uma revisão dos acontecimentos históricos relevantes para o desenvolvimento desta área. Portanto, este capítulo traz uma contextualização da hidroaviação, levantando pontos importantes para fundamentar o estudo.

É apresentada inicialmente a cronologia da hidroaviação em nível mundial, enfatizando grandes conquistas dos hidroaviões, sua importância para o avanço da aviação e fatos importantes para o seu desenvolvimento e declínio. Em seguida, são apresentados dados acerca da aviação comercial no Brasil ligados à hidroaviação, salientando a importância dos hidroaviões para o contexto aeronáutico nacional. Por fim, apresenta-se o cenário atual da hidroaviação no mundo e no Brasil.

2.1 HISTÓRICO DA HIDROAVIAÇÃO NO MUNDO

Acredita-se que a vontade de voar surgiu quando o homem pré-histórico observou o voo de pássaros pela primeira vez. Desde então, dominar o ar tornou-se um desafio para engenheiros, cientistas, inventores e leigos. Há muitos relatos de tentativas de voos com asas acopladas ao corpo, desenhos de planadores tripulados elaborados por Leonardo Da Vinci, estudos de voos com balões de ar quente e dirigíveis. Muitos séculos de estudos, pesquisas e tentativas se passaram até que a primeira máquina mais pesada que o ar conseguisse voar por meios próprios.

O mineiro Alberto Santos-Dumont é um importante nome para a aviação mundial. Segundo Lins de Barros (2006), ele inventou o primeiro motor à explosão útil para uso na aviação, o motor de cilindros opostos, inovou usando materiais até então ignorados e foi o primeiro a realizar um voo de dirigível em torno da Torre Eiffel, em 1901. Porém, foi o lendário avião 14 bis (Figura 1) que consagrou sua história. Em 1906, pela primeira vez na história um aparelho mais pesado que o ar conseguiu decolar, voar e pousar sem auxílios externos, percorrendo 220 metros, em 21 segundos a uma velocidade média de 37,4 km/h (LINS DE BARROS, 2006). Esse voo causou um grande impacto no cenário mundial da aviação e garantiu ao brasileiro Santos Dumont o título de pai da aviação.



Figura 1 – Voo de Santos-Dumont no 14 bis
Fonte: Gurtner (2015)

Desde então, quando foi comprovado por Santos Dumont em 1906 que a ideia de uma máquina voadora tripulada era possível, o número de entusiastas na área aumentou, acelerando o ritmo dos avanços tecnológicos. Foi na corrida pelo pioneirismo na aviação que o francês Henri Fabre fez o primeiro voo bem-sucedido com um hidroavião, em 1910, decolando com o *Le Canard* no lago Etang de Berre e percorrendo aproximadamente 500 metros no ar; no mesmo ano foi realizado o primeiro voo sobre o rio Sena, comandado pelos irmãos Gabriel e Charles Voisin, usando um hidroavião com flutuadores fabricados por Fabre, o *Canard Voisin* (PETRESCU, 2012).

O desenvolvimento de hidroaviões não se limitou à França. De acordo com Petrescu (2012), em 1911 o primeiro hidroavião americano decolou da baía de San Diego, projetado e comandado por Glenn Curtiss; seguido pela decolagem do primeiro hidroavião suíço, em 1912, e a primeira decolagem de um hidroavião britânico, no mesmo ano. Foi em 1912 que um hidroavião grego *Astra Hydravion* foi usado para fins militares pela primeira vez, durante a Guerra do Balcãs (PETRESCU, 2012).

Com o crescimento da indústria de hidroaviões, o uso dos mesmos foi além de voos experimentais e militares. Foi com o hidroavião Benoist XIV, pilotado pelo americano Tony Jannus, que foi

estabelecida a primeira companhia área da história a voar com hidroaviões, em janeiro de 1914, entre São Petersburgo e Tampa, na Flórida (SHARP, 2018).

Quando a Primeira Guerra Mundial foi deflagrada, em 1914, a aviação estava em seus primeiros anos de desenvolvimento e não existiam muitas pistas de pouso e decolagem pelo mundo. A falta de pistas tornou os hidroaviões uma alternativa viável e mais prática para missões de reconhecimento e acesso a regiões isoladas (HARTZELL PROPELLER INC., 2018). Foi durante esse período que os hidroaviões tiveram o seu primeiro grande crescimento, dada sua importância militar. De acordo com Nicolaou (1998), hidroaviões como o inglês Felixstowe série F, o italiano Macchi série L e M, o alemão Hansa-Brandenburg W12 e o austro-húngaro Lohner L são alguns dos modelos produzidos nessa época.

Após a guerra, a indústria hidroaérea mudou seu foco de militar para comercial. O hidroavião americano Curtiss NC-4 se tornou a primeira aeronave a atravessar o oceano Atlântico, em 1919. No mesmo ano em que foi estabelecida a primeira linha aérea comercial do mundo, operada por hidroaviões pela companhia inglesa *Supermarine*, entre Woolston, na Inglaterra e Le Havre, na França (NICOLAOU, 1998). Entretanto, esta linha durou um curto período de tempo, sendo em 1923 estabelecida a primeira linha aérea comercial de sucesso, pela mesma empresa inglesa, de e para as Ilhas do Canal, vindo a se expandir para a África do Sul, transportando passageiros e cargas.

Na década de 30, de acordo com Nicolaou (1998), a Inglaterra experienciava um período de forte crescimento na sua indústria hidroaérea, provando que hidroaviões são meios de transporte confiáveis em viagens de longa distância ao realizar com sucesso a viagem entre Southhampton, na Inglaterra e Melbourne, na Austrália, com quatro *Supermarine Southampton*, em 1928, abrindo caminhos para o transporte aéreo regular entre os Estados Unidos da América (EUA) e a Europa, em 1930, e para a Ásia, África e América do Sul, pouco tempo depois. Na mesma época, a alemã Dornier produziu dois importantes hidroaviões, o Dornier Do-X, maior hidroavião da época, e o Dornier Wal.

Nesse período, o mercado de entrega de correspondências entre continentes, por vias aéreas, representou um grande propulsor para a indústria de hidroaviões, gerando uma disputa entre as empresas pela liderança do mercado, o que trouxe um grande investimento em novas tecnologias para hidroaviões, tornando-os mais rápidos e eficazes (HULL, 2002).

Com o início da Segunda Guerra Mundial, o foco da indústria da aviação voltou a ser militar. Os hidroaviões já estavam consolidados e, segundo Hull (2002), diferentes países os usavam em missões de reconhecimento, resgate e ataque às embarcações e submarinos inimigos, bem como ataque a outros aviões. Hidroaviões como os americanos PBM Mariner e PBY Catalina surgiram nessa época. Concomitantemente ao sucesso dos hidroaviões, os aviões terrestres também ganharam força, aumentando os investimentos em pistas de pouso e decolagem durante a Segunda Guerra Mundial.

Após a guerra, os hidroaviões começaram a perder espaço para os aviões terrestres. Segundo Nicolaou (1998), o número de pistas construídas aumentou durante a Segunda Guerra Mundial e os investimentos em aviões também aumentaram, onde se tornaram mais rápidos, eficientes e com maiores alcances. Com o avanço dos aviões, os hidroaviões tornaram-se menos competitivos comercialmente, visto que sua principal vantagem, que era não depender de pistas em solo, tinha sido superada.

2.2 HISTÓRICO DA HIDROAVIAÇÃO NO BRASIL¹

Enquanto a aviação já contava com forte crescimento no mundo e a aviação comercial já estava estabelecida, a aviação comercial no Brasil iniciou-se em 1927, por requerimento da empresa alemã Condor Syndikat à União. Após ser publicado no Diário Oficial da União em 26 de janeiro de 1927, o Sindicato recebeu uma autorização especial para trafegar com hidroaviões no espaço aéreo brasileiro pelo período de um ano, entre o Rio de Janeiro (RJ) e Rio Grande (RS), com escala em Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco do Sul (SC) e Florianópolis (SC); entre Rio Grande (RS) e Porto Alegre (RS), com escala em Pelotas (RS) e entre Rio Grande (RS) e Santa Vitória do Palmar (RS), podendo estender até Montevideo, caso possuísse autorização do Uruguai para tal fim.

A Condor Syndikat tinha uma frota composta por dois hidroaviões bimotores do tipo Dornier Wal, e nos quatro primeiros meses de operação, movimentaram entre as cidades gaúchas de Rio Grande e Porto Alegre cerca de 800 passageiros em pouco mais de 50 voos, sendo cada voo contabilizando o trajeto de ida e volta. Somente após os 50 voos iniciais, a empresa inaugurou sua segunda linha, entre Porto Alegre (RS) e Rio de Janeiro (RJ).

¹ Esta seção tem como fonte o autor Paulo Laux (2016).

Em maio de 1927 foi oficializada a primeira empresa aérea com capital majoritariamente nacional, a Sociedade Anonyma Empresa de Viação Aérea Rio Grandense (Varig). Essa possuía licença para operar comercialmente no Rio Grande do Sul e litoral de Santa Catarina. Como inicialmente não possuía frota de aviões, arrendou sua primeira aeronave da Condor Syndikat, o hidroavião Dornier Val “Atlântico”, que foi registrado sob matrícula nacional P-BAAA, ganhando o título de primeira aeronave mercante do país, mesmo já tendo meses de voo no Brasil.

A segunda aeronave adicionada a frota da Varig, no final de 1927, foi o hidroavião monomotor Dornier Merkur, único existente no Brasil, registrado sob matrícula P-BAAB. Logo após a aquisição desta aeronave, o “Atlântico” foi requisitado pela Sindicato Condor, empresa resultante da nacionalização da alemã Condor Syndikat em dezembro de 1927. Não muito tempo depois, sua recente aquisição, o Dornier Merkur, foi vendida ao Sindicato Condor, dada a situação financeira não estável da Varig, que passou a operar com dois Junckers F13 terrestres para manter-se ativa.

Enquanto a brasileira Varig passava por dificuldades para manter suas operações, a Condor aumentava sua frota e instalações. Além do Dornier Val que estava arrendado à Varig e do Dornier Merkur adquirido também da Varig, a Sindicato contava com uma frota de hidroaviões formada por três trimotores Junckers G-24, outros dois Dornier Wal e alguns Junckers F13. Com seu crescimento, a empresa aproveitou a localização estratégica da cidade de Paranaguá (PR) para construir uma hidrobases, composta de um hangar com capacidade para abrigar dois hidroaviões de porte médio, sala de embarque de passageiros, balança para pesagem de bagagem e passageiros, oficina de revisão e reparos e tanque de abastecimento de aeronaves.

Na década de 30, deferido pelo presidente Washington Luís, a empresa americana New York, Rio & Buenos Aires Line (NYRBA) iniciou suas operações aéreas comerciais no Brasil através de sua subsidiária brasileira, Nyrba do Brasil S.A., com hidroaviões Sikorsky S38B e Consolidated C-16 Commodore. O Sikorsky S38B tornou-se a primeira aeronave norte-americana operando em linhas comerciais brasileiras.

Após a fusão da NYRBA com a Pan American Airways System, a Nyrba do Brasil passou a atuar em território nacional sob o nome de Panair do Brasil S.A. Essa agora detinha 8.000 quilômetros de linhas litorâneas e, no primeiro semestre de 1933, seus aviões já tinham percorrido 354.617 quilômetros, em 2.260 horas de voo transportando

2.100 passageiros e 14.924 quilos de malas postais, através de 20 locais de pouso próprio distribuídos pela costa brasileira.

Em paralelo ao crescimento acelerado da Panair, o Sindicato Condor aumentou sua frota já expressiva com os primeiros hidroaviões Junkers Ju52/3m, em 1933. Esse incremento de frota proporcionou importantes melhorias na linha Natal-Rio de Janeiro, que, somados à permissão de operar entre Buenos Aires e Santiago do Chile que recebeu em 1934, fez com que a malha de rotas da empresa expandisse de 8.407 quilômetros para mais de 14.000 quilômetros.

Após receber autorização para expandir-se para outros países, o Sindicato Condor, juntamente com a Deutsche Luft Hansa AG, inaugurou um serviço aéreo transoceânico de transporte de cargas e passageiros entre Berlim e Santiago do Chile. O trajeto demorava cinco dias inteiros para ser percorrido. A travessia oceânica era realizada pelo hidroavião Dornier Wal, com uma parada em um navio estacionado entre os dois continentes para abastecimento do hidroavião, de onde seguia viagem até Natal (RN) e as malas postais eram distribuídas pelo continente através de hidroaviões do Sindicato Condor.

Com a criação da Viação Aérea São Paulo (Vasp), em 1933, as aeronaves terrestres começaram a se popularizar no Brasil. Seus primeiros aviões, o inglês GAL/4 Mk.II Monospar, possuíam horizonte artificial, que permitiam voar através de neblina sem nenhuma visibilidade, uma grande novidade para a época. Fez seu voo inaugural decolando de Campo de Marte (SP) e sobrevoando São Paulo (SP). Dois meses depois já havia adquirido seu terceiro avião, o bimotor inglês De Havilland D.H.84 Dragon, conhecido, na época, como o avião comercial mais moderno em tráfego no mundo.

Em 1935 os primeiros voos da Panair com aeronaves terrestres começaram a ser testados, com a aeronave Lockheed 10E Electra, na mesma época em que os Consolidated Commodore foram gradualmente substituídos por hidroaviões mais modernos, como o Sikorsky S-43B Baby Clipper e o quadrimotor Sikorsky S-42, esse último apontado naquele tempo como a maior e mais luxuosa aeronave do mundo.

A rápida expansão da Vasp fez com que a empresa ampliasse suas linhas, passando em 1936 de intermunicipais, para interestaduais, ligando São Paulo (SP) ao Rio de Janeiro (RJ). A aeronave escolhida para esse trajeto foi o trimotor alemão Junkers Ju52/3m versão terrestre, que já era usada na versão anfíbia pela Sindicato Condor e Varig desde 1933. O contrato de compra da aeronave permitia que a Vasp utilizasse as oficinas do Sindicato Condor para manutenção das aeronaves, sendo um fator decisivo na escolha.

A implantação de uma nova linha ligando São Paulo (SP) ao Rio de Janeiro (RJ), fomentou no governo paulista a necessidade de um aeroporto localizado próximo ao centro, implantando uma pista de pouso e decolagem e uma estação de passageiros em Villa Congonhas, o que viria a se tornar o Aeroporto de Congonhas.

No ano de 1936, o Sindicato Condor pousou o hidroavião Junkers W34 no rio Acre, em Rio Branco (AC), tornando-se a primeira aeronave comercial a ligar o então Território Federal do Acre a outros pontos do Brasil. Seguidos de um crescimento expressivo na companhia, dois acidentes com Junkers Ju52/3m marcaram a história do Sindicato, em 1938 e 1939.

Com o início da Segunda Guerra Mundial na Europa, a importação de peças de reposição para o alemão Junkers Ju52/3m tornou-se quase impossível, prejudicando a continuidade da ponte aérea Rio-São Paulo e, conseqüentemente, enfraquecendo a Vasp. Por outro lado, a americana Panair do Brasil seguia com seus planos de crescimento, incorporando dois hidroaviões americanos monomotores Fairchild A-942 à sua frota e substituindo os hidroaviões Sikorsky S38B pelo também americano recém lançado, Douglas DC-2 terrestre.

O início da Segunda Guerra Mundial enfraqueceu também a alemã Sindicato Condor, que além de ser afetada com a falta de peças para manutenção de suas aeronaves, sofreu pressão americana com o corte do abastecimento de combustíveis e com o confisco de suas aeronaves de procedência não americana, depois de um acordo firmado em 1942 entre o Governo Federal e a Marinha dos Estados Unidos. A empresa foi obrigada a demitir todos os funcionários com descendência alemã, a substituir sua frota por bimotores terrestres americanos Douglas e a mudar sua razão social para Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul. Após tomadas as medidas, a então Cruzeiro do Sul passou a ser a primeira empresa aérea brasileira autorizada a importar aeronaves Douglas DC-3.

Na década de 40, os Estados Unidos viram no Brasil um mercado consumidor dos aviões excedentes de guerra, criando um paternalismo estatal que viria a marcar a história da aviação brasileira. Aviões americanos montados para atender a urgência da guerra foram adaptados para uso civil e enviados para o Brasil, com isenção de impostos e taxas aduaneiras, impulsionando a abertura de muitas empresas aéreas que viriam a falir poucos meses depois devido à falta de planejamento.

Foi na década de 40 também que os hidroaviões começaram a perder força no país para os aviões convencionais. O excesso de aeronaves terrestres americanas no mercado nacional fez o governo

investir mais em novos aeroportos, deixando em segundo plano os investimentos na hidroaviação. Os hidroaviões foram aos poucos sendo descartados pelas grandes empresas da aviação nacional, sendo usados apenas por novas companhias que atendiam rotas litorâneas ou de difícil acesso.

2.3 CENÁRIO ATUAL DA HIDROAVIAÇÃO

Para avaliar o cenário atual da hidroaviação, é importante analisar os dados de produção de novos modelos de hidroaviões por ano, desde o primeiro hidroavião produzido até os dias atuais. A Universidade Técnica de Munique realizou, entre os anos de 2009 e 2011, um levantamento acerca da produção de hidroaviões (MOHR E SCHÖMANN, 2011). O resultado do levantamento pode ser observado no Gráfico 1, onde o primeiro ano marcado representa o primeiro hidroavião bem-sucedido, em 1910.

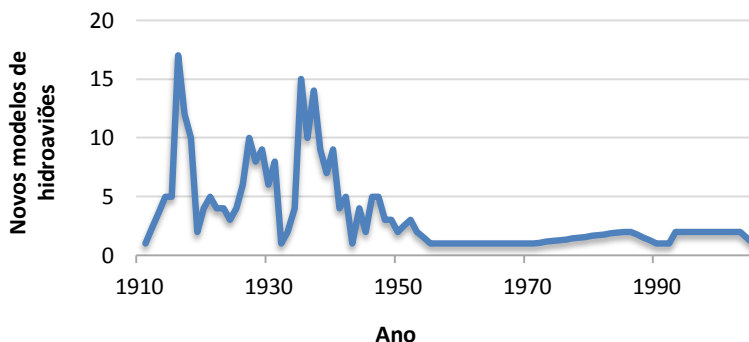


Gráfico 1 – Linha do tempo da produção de novos modelos de hidroaviões
Fonte: Adaptado de Mohr e Schömann (2011)

O resultado do levantamento confirma a importância das duas guerras mundiais para a produção de novos modelos de hidroaviões, sendo responsáveis pelos dois picos de produção, contudo confirma também o impacto que o desenvolvimento da aviação convencional durante a Segunda Guerra Mundial causou na hidroaviação, levando a uma drástica redução da produção desta no período pós-guerra.

Mesmo tendo sido ofuscada na década de 50, a hidroaviação se manteve em diversas partes do mundo, principalmente em locais remotos, montanhosos e arquipélagos, onde a aviação convencional se

torna inviável. Essa assumiu os mais diversos usos, como missões de reconhecimento, transporte de passageiros e combate a incêndio, de acordo com Mohr e Schömann (2011), ilustrado no Gráfico 2.

Tipos de operações realizadas por hidroaviões

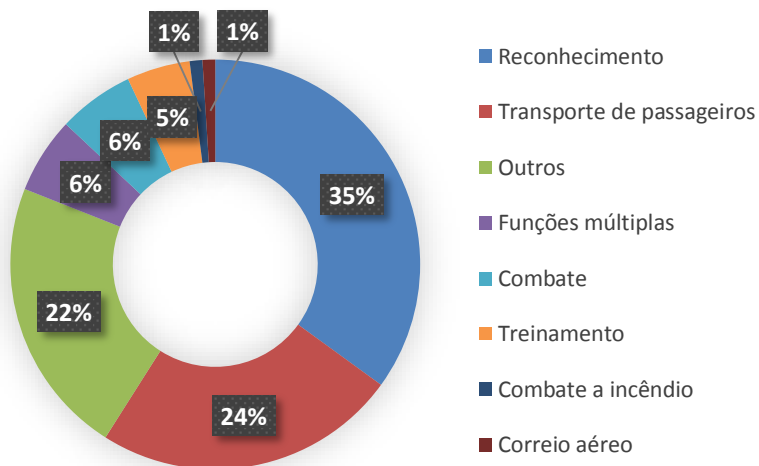


Gráfico 2 – Distribuição dos tipos de operações realizadas por hidroaviões no cenário mundial

Fonte: Adaptado de Mohr e Schömann (2011)

Em países insulares, como a República das Maldivas, por exemplo, a maioria das ilhas são pequenas demais para a construção de uma pista de pouso e decolagem e são banhadas por águas rasas, impedindo o acesso de aviões terrestres e navios, tornando os hidroaviões uma solução para fazer a conexão entre as pequenas ilhas, dadas as limitações geográficas.

Segundo Mohr e Schömann (2011), existem 327 empresas aéreas que operam hidroaviões ao redor do mundo, das quais se destacam as empresas dos EUA, representando quase 50% do total das operadoras, e as canadenses, com 34%, colocando a América do Norte como detentora da maioria das operadoras de hidroaviões. O Gráfico 3 traz a distribuição dos operadores ao redor do mundo.

Distribuição de operadores de hidroavião

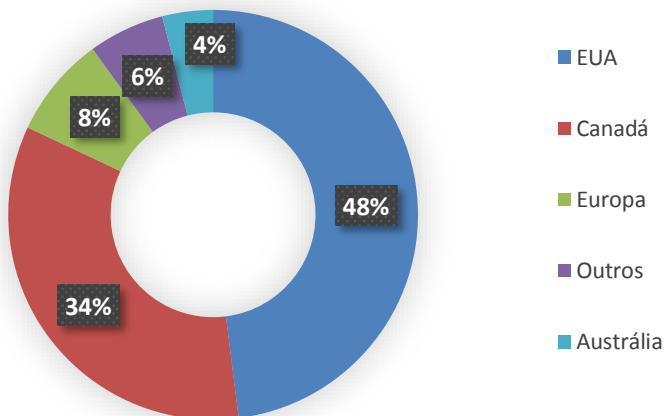


Gráfico 3 – Distribuição mundial de operadores de hidroaviões

Fonte: Adaptado de Mohr e Schömann (2011)

No mercado de hidroaviação norte-americano, destacam-se empresas consolidadas de transporte hidroaéreo regular, como é o caso da *Kenmore Air* e *Harbour Air*, ambas indicadas ao prêmio *World's Leading Seaplane Operator 2017* (WTA, 2017). Segundo a *Kenmore Air* (2018), a empresa possui uma frota de 25 hidroaviões e opera para aproximadamente 50 destinos nos EUA e Canadá. A canadense *Harbour Air* conta com uma frota de mais de 40 hidroaviões e transporta anualmente aproximadamente 400.000 passageiros, entre voos regulares, turísticos e *charter* (HARBOUR AIR, 2018).

De acordo com a Base de Registro Aeronáutico Brasileiro (ANAC, 2018c), o Brasil possui 186 hidroaviões registrados, que operam em diferentes categorias de serviço, como serviços de táxi aéreo, voos experimentais e serviços públicos, entretanto nenhuma delas contempla a operação de voos regulares com hidroaviões. As categorias de serviços dos hidroaviões brasileiros podem ser observadas no Gráfico 4.

Distribuição por tipo de serviço

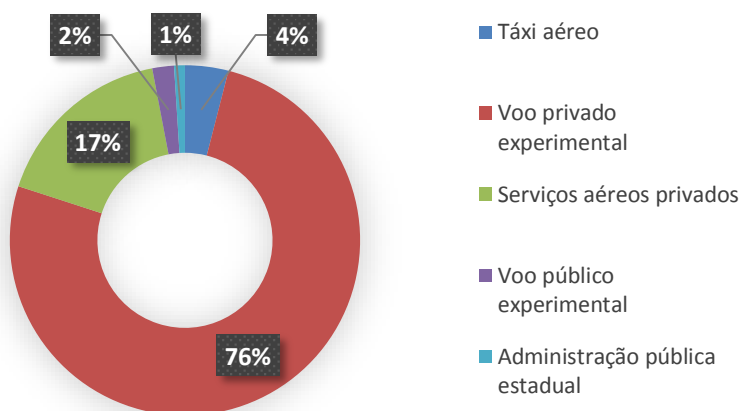


Gráfico 4 – Distribuição dos hidroaviões por tipo de serviço

Fonte: Adaptado de ANAC (2018c)

A operação predominante no cenário nacional é o voo privado experimental, que, segundo a ANAC (2016), trata-se de operações sem fins lucrativos, restritas à operação em áreas não densamente povoadas, com finalidades de pesquisa e desenvolvimento e treinamento de pilotos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo foram compilados e conceituados os principais componentes de uma hidrobases e termos importantes para o pleno entendimento do trabalho. A conceituação foi baseada em normas nacionais e internacionais pertinentes à área de estudo.

3.1 AERÓDROMO

De acordo com o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 01 (ANAC, 2011), aeródromo é uma área delimitada em terra ou na água destinada para pouso, decolagem e movimentação em superfície de aeronaves; inclui quaisquer edificações e instalações destinadas ao apoio e controle de operações.

Desta forma, o termo aeródromo engloba aeroportos, heliportos, hidrobases, parques de voo de ultraleves, ou outras áreas destinadas ao pouso e decolagem de aeronaves (FAA, 2013).

3.2 HIDROBASE

Hidrobases, segundo a Advisory Circular (AC) nº 150/5395-1A (FAA, 2013), é uma área sobre a água dedicada ao pouso e decolagem de hidroaviões, taxiamento, ancoragem e serviços de rampa, podendo contar com instalações na área de transição e em terra. Assim sendo, de acordo com a definição, instalações de apoio não são necessárias para caracterizar uma hidrobases.

Para uma hidrobases ser considerada um aeroporto, se faz necessário que a hidropista esteja devidamente sinalizada (14 CFR 77.3, 2014).

Conforme a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), as instalações de uma hidrobases podem ser divididas em três áreas: instalações na água (do inglês, *off-shore*), costeiras (do inglês, *shoreline*) e em terra (do inglês, *on-shore*).

Para efeito deste trabalho, serão adotadas as nomenclaturas Lado Ar para área sobre a água, Área de Transição para a área costeira e Lado Terra para a área em terra.

3.2.1 Lado Ar

O Lado Ar de uma hidrobases será aqui tratado como sendo uma área na água destinada ao pouso, decolagem e taxiamento de

hidroaviões, podendo ser identificado pela latitude e longitude ou pela planta da hidrobases. Entre as razões para delimitar o Lado Ar estão: evitar riscos e obstáculos inesperados e melhorar o plano de aproximação e decolagem das aeronaves (ACRP, 2015). O Lado Ar de uma hidrobases deve conter, no mínimo, uma hidropista, um canal de táxi e, quando necessário, bacias de giro em ambas as cabeceiras (FAA, 2013).

3.2.1.1 Hidropista

De acordo com a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), a hidropista de uma hidrobases pode ser definida como uma área sobre água dedicado ao pouso e decolagem de hidroaviões, podendo ser demarcada ou não. Uma hidropista demarcada possui suas quatro extremidades identificadas com marcadores visuais, como boias, e sua direção é definida com base no vento predominante do local. Um hidropista sem demarcação permite que a direção de pouso e decolagem seja definida no momento da operação, conforme as condições atuantes.

3.2.1.2 Superfícies de proteção

São superfícies imaginárias estabelecidas para limitar eventuais obstáculos e garantir a regularidade das operações aéreas durante a execução de um procedimento de pouso ou decolagem e, ainda, a segurança em condições normais de operação da aeronave, podendo estar localizada dentro ou fora dos limites da área de um aeródromo (BRASIL, 2015).

3.2.1.3 Canal de táxi

Canal de táxi é um canal na água usado para a movimentação de hidroaviões entre as instalações da Área de Transição e a hidropista (FAA, 2013).

3.2.1.4 Bacia de giro

Bacia de giro, conforme a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), é uma área dedicada para manobra dos hidroaviões ao longo das instalações da Área de Transição e no final de hidropistas estreitas.

3.2.1.5 Área de ancoragem

A área de ancoragem é uma área destinada especificamente ao estacionamento de hidroaviões. Segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), pode ser uma instalação permanente na superfície da água usada para proteger as aeronaves, através de boias ancoradas ao solo, píer, doca, etc.

3.2.2 Área de Transição

A Área de Transição será neste estudo considerada como a região onde ficam as instalações que fazem a ligação entre o Lado Ar e o Lado Terra. De acordo com a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), as instalações dessa área estão parcialmente em terra e parcialmente em água, e possuem duas funções gerais: possibilitar a manutenção, embarque e desembarque, manuseio e ancoragem de hidroaviões sem removê-los da água, e estabelecer instalações para a entrada e saída dos hidroaviões na água.

3.2.2.1 Área de acostagem

A área de acostagem é uma área definida na hidrobases com a função de acomodar os hidroaviões para o embarque e desembarque de passageiros ou cargas, abastecimento, estacionamento ou inspeção das aeronaves, podendo ser feita por meio de píer ou doca flutuante (FAA, 2013).

3.2.2.1.1 Píer

Píer, segundo a ICAO (2015), é uma plataforma fixa que tem seu início na costa e se estende até a água, suportada por pilares para mantê-la fixa e com elevação constante. Tem a função de acomodar hidroaviões ao longo de suas laterais para o embarque e desembarque de passageiros ou cargas, abastecimento ou estacionamento.

3.2.2.1.2 Doca flutuante

Doca é uma plataforma flutuante localizada na água e conectada à costa por meio de corredores, que mantém sua posição horizontal fixa, podendo variar verticalmente, conforme a variação do nível de água (FAA, 2013). Diferente do píer, a doca acomoda hidroaviões apenas

para o embarque e desembarque de passageiros ou cargas. Segundo o *Seaplanes Facilities* (USA, 1949), oferecem maior flexibilidade para as instalações de acostagem, pois acompanham a variação da maré e das ondas.

3.2.2.2 Rampa

De acordo com a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), rampa é uma plataforma inclinada que se estende da costa até a água, onde fica submersa, e possui uma grande variação de tamanho, forma e material, dependendo da necessidade de projeto, podendo ser de madeira, metal ou concreto. A rampa funciona como um canal de acesso entre o Lado Ar e o Lado Terra para os hidroaviões.

3.2.3 Lado Terra

O Lado Terra de uma hidrobases será considerado neste estudo como sendo a área em terra onde ficam as instalações de apoio às operações aeronáuticas, como o terminal de passageiros, o SESCINC, o pátio de serviço, os hangares, o estacionamento de veículos, entre outras.

3.2.3.1 Terminal de passageiros

O Terminal de Passageiros (TPS) é a principal conexão entre o Lado Terra e o Lado Ar. A finalidade do TPS é fornecer aos passageiros uma interface entre o lado público e o operacional, processar os passageiros para a origem, término ou continuação de uma viagem de transporte aéreo e transportar o passageiro e a bagagem de e para a aeronave (HORONJEFF et al., 2010).

Conforme coloca Ashford, Mumayiz e Wright (2011), o TPS executa três funções principais: mudança de modo, onde os passageiros mudam de viagem pela superfície para viagem aérea, movimentando-se fisicamente pelo terminal; processamento, sendo o local onde os processos referentes à viagem aérea ocorrem, como emissão de bilhetes, check-in, verificação de segurança, controles governamentais, entre outros; e mudança no tipo de movimento, funcionando como um reservatório de passageiros que chegam em pequenos grupos e são movimentados no chamado “movimento de lote”.

3.2.3.2 Parque de abastecimento de aeronaves

O Parque de Abastecimento de Aeronaves (PAA) é o conjunto de instalações fixas, compreendendo tanques, equipamentos e prédios (administração, manutenção e outros), com a finalidade de receber, armazenar e distribuir combustíveis de aviação (ABNT, 1997).

3.2.3.3 Estacionamento de veículos

O estacionamento de veículos é uma área no Lado Terra da hidrobases usada para o estacionar veículos, ônibus, entre outros (FAA, 2014).

3.2.3.4 Serviço de proteção, salvamento e combate a incêndio em aeródromos civis (SESCINC)

Trata-se, de acordo com a RBAC nº 153 (ANAC, 2018a), do serviço composto pelo conjunto de atividades administrativas e operacionais desenvolvidas para estabelecer a segurança contra acidentes e incêndio no aeródromo, cuja principal finalidade é o salvamento de vidas por meio da utilização dos recursos humanos e materiais.

3.2.3.5 Pátio de serviço

No contexto de hidrobases, o pátio de serviço é uma área definida no Lado Terra, onde os hidroaviões são acomodados para manutenção, abastecimento e/ou estacionamento. Sua configuração varia conforme a necessidade da hidrobases, porém deve possuir posições de parada, área de manutenção, pista de taxi para acesso às posições de parada e área de movimento para veículos (FAA, 1996).

3.2.3.6 Hangar

De acordo com a AC nº 150/5300-18B (FAA, 2014) hangar é uma edificação usada para manutenção, armazenamento e exibição de aeronaves.

3.3 AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO

Os auxílios à navegação são instalações essenciais para uma hidrobases e requerem cuidados no planejamento e projeto. Eles auxiliam o piloto durante as operações de aproximação, taxiamento, decolagem e deslocamentos entre as instalações (HORONJEFF et al., 2010).

De acordo com a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), os auxílios à navegação de uma hidrobases consistem em: farol rotativo, biruta, identificação luminosa das instalações da área operacional do Lado Ar e da Área de Transição e identificação da hidrobases.

3.4 AERONAVE CRÍTICA

Segundo o RBAC nº 154 (ANAC, 2018b), aeronave crítica é a aeronave que, em função das suas características operacionais e físicas, demanda os maiores requisitos quanto à configuração e dimensionamento das infraestruturas aeroportuárias, sendo uma aeronave já em operação, ou com previsão de operar no aeródromo.

3.5 HIDROAVIÃO

Hidroavião, de acordo com a ICAO (2015), é uma aeronave de asas fixas projetada para decolar e pousar na água. São, normalmente, aviões convencionais onde os trens de pouso são substituídos por flutuadores. Podem ser equipados com trens de pouso retrateis, o que permite as operações de pouso e decolagem tanto na água quanto em solo, estes tipos de hidroaviões são chamados de anfíbios (FAA, 2013).

O fato de operar a partir da água faz com que o hidroavião seja considerado uma embarcação quando em contato com a superfície de água (FAA, 2013). Por definição, embarcações são todos os dispositivos aquáticos usados, ou que são capazes de ser usados, como meio de transporte na água. Como o hidroavião pousa e decola na água, é considerado uma embarcação quando na superfície da água e deve respeitar as normas expedidas pela autoridade Marítima brasileira, em especial a NORMAM-03/DPC (MARINHA DO BRASIL, 2016).

4 CRITÉRIOS PARA PROJETO DE HIDROBASE

Assim como ocorre em projetos de aeroportos, o projeto de uma hidrobases precisa atender a requisitos pré-estabelecidos a fim de manter a segurança das operações. Esses requisitos vão desde a escolha do sítio, passando por requisitos para o dimensionamento das instalações, requisitos de sinalização, até requisitos de funcionamento e operação.

A *Federal Aviation Administration*, agência americana responsável pela regulamentação da aviação civil nos Estados Unidos, elaborou uma circular que auxilia no planejamento, no projeto e na construção de hidrobases, a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013). Nela constam critérios para a escolha do sítio, para o dimensionamento e locação das instalações, para a identificação da hidrobases e aspectos construtivos a serem considerados.

Uma vez que o Brasil não possui regulamento específico para a construção de hidrobases, este capítulo traz uma análise das exigências contidas na AC nº 150/5395-1A para a construção de hidrobases, tratando das normas aplicáveis ao cenário nacional e, quando não contemplado no documento citado, outros documentos, nacionais e internacionais, foram consultados para complementar a análise dos requisitos e fornecer diretrizes para planejamento, projeto e construção de uma hidrobases.

É importante ressaltar que mesmo não possuindo um regulamento que trate dos requisitos para construção de hidrobases, o Brasil regulamenta o uso de hidroaviões com a Lei nº 7.565 (BRASIL, 1989), a qual coloca que as aeronaves devem pousar e decolar em aeródromos que comportem suas operações, sendo que as movimentações devem ser realizadas conforme os procedimentos estabelecidos. A operação e os procedimentos de hidroaviões estão descritos na RBHA nº 91 (ANAC, 2003) e na IAC 3513-91 (BRASIL, 2001), portanto, as aeronaves que utilizarão a hidrobases devem respeitar as regras de segurança contidas nestes documentos.

4.1 REQUISITOS PARA ESCOLHA DO SÍTIO

A escolha do sítio para a implantação de uma hidrobases deve levar em consideração alguns fatores, tais como: a presença de aeroportos ou hidrobases nas proximidades, a acessibilidade ao local, o nível de desenvolvimento das áreas contíguas, as condições meteorológicas e atmosféricas do ambiente, a topografia do local, as condições ambientais e as dimensões necessárias das instalações da

hidrobase. A análise dos fatores relacionados à escolha do sítio e dimensionamento da infraestrutura necessária deve ocorrer de forma iterativa, uma vez que a escolha do sítio depende das características das instalações necessárias, assim como a disposição e o dimensionamento das instalações depende da área disponível do sítio.

4.1.1 Superfícies de aproximação e decolagem

O local recomendado para a aproximação e decolagem de um hidroavião é sobre a água, quando possível. Esse critério de escolha permite que a aproximação durante o pouso e o momento inicial de subida durante a decolagem ocorram de forma mais segura, mesmo que haja alguma falha na aeronave. Também evita que as aeronaves se aproximem da hidrobase sobre áreas densamente povoadas, praias e outras áreas de desenvolvimento similar (FAA, 2013).

A Figura 2 ilustra uma superfície de aproximação e decolagem ideal.

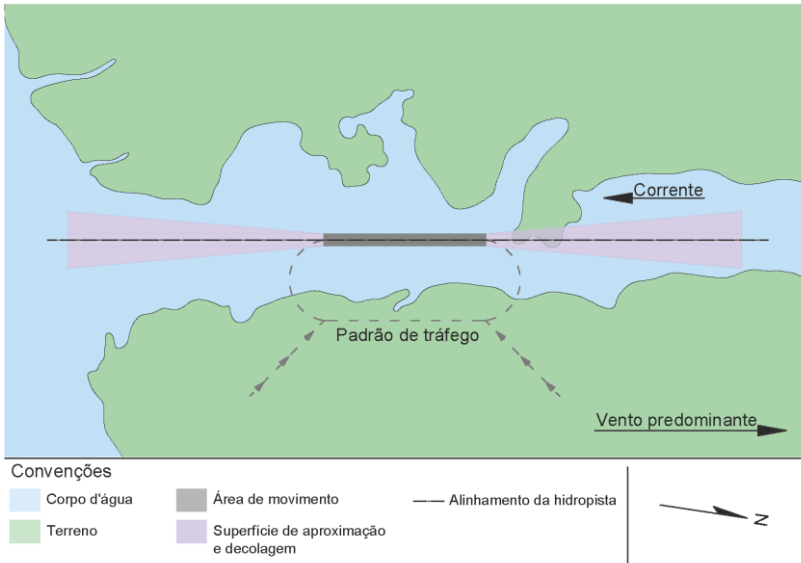


Figura 2 – Superfície de aproximação e decolagem

Fonte: Adaptada de FAA (2013)

De acordo com o *Seaplanes Facilities* (USA, 1949), para operações com hidroaviões, a superfície de aproximação ideal é aquela

que permite aproximações desobstruídas sobre a água a uma razão de 1:40, com ampla folga em ambos os lados da linha central da superfície de aproximação. A largura da superfície deve aumentar a partir das extremidades da hidropista de modo que, a uma distância de um quilômetro a partir do final da hidropista, a sua largura seja aproximadamente a largura da hidropista mais 300 metros (USA, 1949).

Sob condições de temperatura favoráveis, um hidroavião deixará a água e executará voo nivelado por aproximadamente quatro segundos, percorrendo uma distância de 120 m antes de começar a subir. A razão de subida após esse período de quatro segundos é de cerca de 1:20. Esta relação permite uma margem de segurança muito limitada e requer um desempenho máximo da aeronave e do motor. Quando são previstas operações comerciais, recomenda-se que a razão de aproximação máxima seja de 1:40 (USA, 1949).

Com o intuito de evitar limitações operacionais, as superfícies de aproximação e partida devem estar livres de obstáculos que causem obstrução à navegação aérea (FAA, 2013). Se um obstáculo for considerado um risco à navegação aérea e não puder ser alterado ou removido, a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013) impõe limitações operacionais à hidrobases.

Quando existe uma área de água adequada para a implantação de uma hidrobases e os obstáculos que circundam a área não permitem uma superfície de aproximação linear, uma solução pode ser estabelecer um desvio na superfície de aproximação, como mostra a Figura 3.



Figura 3 – Superfície de aproximação e decolagem com desvio
 Fonte: Adaptada de ACRP (2013)

4.1.2 Dados de vento

Informações sobre o vento predominante incidente é um critério importante para a escolha do sítio. A direção e a velocidade do vento predominante na superfície da água afetam diretamente a direção da hidropista. Ventos com menos de 5 km/h são desprezados na hora de determinar a direção da hidropista (USA, 1949).

De acordo com o *Seaplane Facilities* (USA, 1949), o ideal é usar medições de vento feitas nas proximidades do local por um longo período de tempo, porém, na grande maioria dos casos, esses dados não estão disponíveis. Quando isso ocorre, podem-se usar dados de locais próximos ou aeroportos. É importante salientar que o uso de dados de locais próximos pode não ser diretamente aplicável, devido às peculiaridades dos ventos sobre a superfície de água, o efeito de canalização causado por terrenos costeiros e os efeitos das correntes térmicas. Por esse motivo, é importante que as informações de vento obtidas de locais próximos sejam comparadas com as condições atuantes no local onde se pretende implantar a hidrobases. Essas comparações devem ser feitas sob condições de alta e baixa velocidade de vento, em

todas as estações do ano e em dias limpos e nublados, sob diferentes temperaturas.

Na falta de dados das fontes indicadas, é aconselhável consultar navegadores ou moradores da região, pois podem fornecer informações importante sobre a direção dos ventos no local. Algumas informações adicionais também podem ser obtidas observando-se as características das árvores e vegetação da costa.

Quando a hidrobases é composta por uma única hidropista, deve-se obter a maior porcentagem de cobertura do vento. Quando uma hidropista não pode ser orientada de forma a aproveitar a máxima vantagem dos ventos predominantes, deve-se orientar a pista de modo a utilizar a maior cobertura de vento possível em conjunto com as correntes de água e as condições de aproximação (USA, 1949).

4.1.3 Correntes de água

A AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013) recomenda que a área de pouso e decolagem esteja localizada onde as correntes de água não ultrapassem 3 nós (1,5 m/s); correntes superiores causam dificuldades na manobra de hidroaviões, principalmente durante o taxiamento lento enquanto se aproximam do cais, píer ou rampa. Em alguns casos, pilotos podem compensar correntes indesejadas com o vento incidente.

Hidroaviões conseguem pousar e decolar em locais onde a corrente de água seja superior a 6 nós, porém o taxiamento entre a pista e as instalações da Área de Transição deverá ser auxiliado por uma embarcação de apoio (FAA, 2013).

Desta forma, devem-se evitar locais onde as correntes sejam superiores a 6 nós, bem como locais de encontro de correntes, locais com correntezas e proximidades de curvas acentuadas em rios, devido à forte corrente incidente nesses locais.

4.1.4 Variação do nível de água

Se a variação no nível de água exceder 45 cm, será necessário utilizar estruturas flutuantes ou levemente inclinadas para garantir a operação do hidroavião em todos os níveis. Onde as variações de nível de água são superiores a 1,8 m, infraestruturas especiais devem ser planejadas, como um canal dragado, píeres mais extensos ou equipamentos especiais de elevação, dependendo da inclinação da costa (FAA, 2013). Ou seja, quanto maior a variação do nível de água, maiores as exigências das instalações.

4.1.5 Condições da superfície da água

As condições da superfície da água onde os hidroaviões irão operar devem ser sempre investigadas quando em áreas abertas ou desprotegidas, pois nesses locais a superfície pode se tornar um impedimento às operações em certas condições de vento e corrente. Por outro lado, águas extremamente calmas também não são desejadas, devido à dificuldade durante a decolagem para descolar os flutuadores do hidroavião da água.

De acordo com o *Seaplane Facilities* (USA, 1949), um hidroavião leve, com até 1.400 kg, equipado com flutuadores, pode operar com segurança em águas com ondas de 40 cm, enquanto em água com ondas de 45 cm ou mais a operação desse tipo de avião fica restringida. Hidroaviões entre 1.400 kg e 9.000 kg podem, geralmente, operar com segurança em águas com ondas de até 60 cm.

Portanto, a superfície ideal da água para as operações de um hidroavião possui um distúrbio moderado, com ondas em torno de 10 cm de altura, e não ultrapassa o limite máximo definido para cada tipo de aeronave.

4.1.6 Requisitos de leito

O tipo e condição do leito no local da instalação da hidrobases pode influenciar a disposição dos componentes, os métodos construtivos das estruturas fixas e as operações de entrada e saída do Lado Ar.

De acordo com a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), um leito rígido, composto por xisto ou formações rochosas sólidas dificultará e tornará mais cara a construção de estruturas fixas, bem como a fixação de âncoras nesse tipo de solo também é afetada, sendo necessário o uso de âncoras especiais. Os fundos de areia, lama ou argila geralmente apresentam pouca ou nenhuma dificuldade.

Obstáculos que se projetem do fundo e constituam um perigo à navegação devem ser removidos ou, quando não for possível, devem ser sinalizados de forma adequada e visível para indicar sua presença (FAA, 2013).

4.1.7 Perigo viário

A localização de santuários de aves ou áreas que atraem bandos de aves dentro da Área de Segurança Aeroportuária (ASA) deve ser

considerada na escolha de um sítio, devido ao risco que representam à navegação aérea (FAA, 2013).

De acordo com a Lei Federal nº 12.725 (BRASIL, 2012), o limite da ASA é descrito como uma área circular do território de um município, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo com 20 km de raio, na qual o uso e ocupação do solo estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza atrativa de fauna.

4.1.8 Requisitos de topografia da costa

A costa ideal para a implantação de uma hidrobases possui inclinação moderada e profundidade da água adequada para permitir que tanto as operações do Lado Ar quanto as operações do Lado Terra ocorram o mais próximo da costa possível.

Locais com grandes variações nos níveis de água não são indicados, uma vez que essa condição geralmente requer instalações mais caras, podendo afetar as operações de taxiamento da aeronave durante a maré baixa. Além disso, locais com topografia íngreme podem fazer com que uma rampa não seja adequada; desse modo, torna-se necessário um equipamento de elevação ou uma estrutura marinha para içar os hidroaviões da água até o Lado Terra (FAA, 2013).

4.1.9 Requisitos do Lado Terra

Segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), é necessário avaliar três critérios para a escolha de um sítio adequado para receber as instalações do Lado Terra. São eles: a disponibilidade de serviços públicos como eletricidade, água, cobertura de telefone e esgoto; disponibilidade de acesso rodoviário à hidrobases; e área suficiente para implantar todas as instalações necessárias.

Por motivos de segurança, o acesso entre as instalações operacionais do Lado Terra, como pátios de manutenção de aeronaves e hangares, e instalações públicas, como terminal de passageiros, estacionamento de veículos e área comercial, deve ser controlado, de forma que somente pessoas autorizadas tenham acesso às instalações operacionais.

4.1.10 Instalações do Lado Ar, da Área de Transição e do Lado Terra

Como já mencionado, um dos fatores que influenciam na escolha do sítio são as instalações previstas para a hidrobases. Essas, por sua vez, são determinadas e dimensionadas a partir dos requisitos definidos nas próximas seções.

4.2 REQUISITOS PARA INSTALAÇÕES DO LADO AR

Corpos de água, como rios, lagos e mares, podem ser usados para implantar a área operacional do Lado Ar de uma hidrobases, desde que possuam profundidade, comprimento e largura adequados. As instalações básicas do Lado Ar são compostas por uma hidropista, um canal de táxi e bacias de giro, como ilustra a Figura 4. Além dessas instalações básicas, outras instalações podem ser adicionadas, conforme a necessidade e disponibilidade de área.

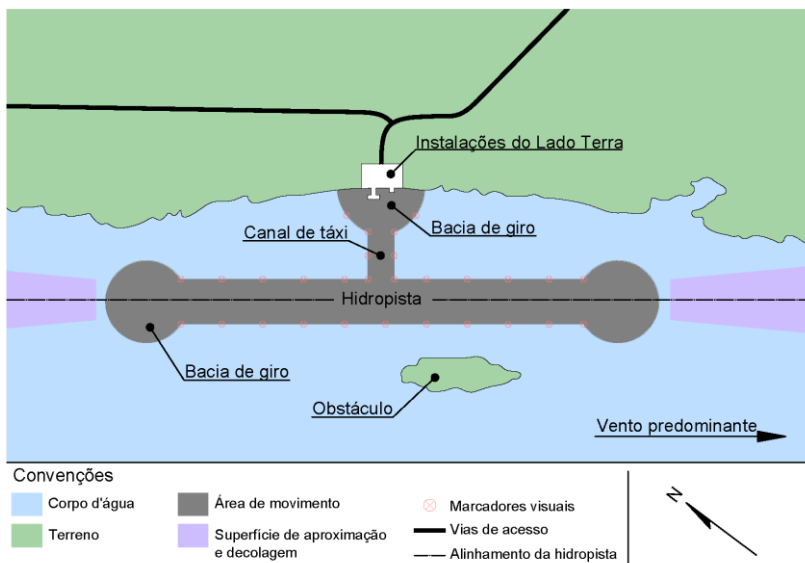


Figura 4 – Instalações do Lado Ar
Fonte: Adaptada de FAA (2013)

4.2.1 Hidropista

Para o dimensionamento da hidropista, a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013) determina dimensões mínimas baseadas no tipo de operação, podendo ser operações restritas à aviação geral, operações comerciais e operações sem restrições. Para operações comerciais, por exemplo, a Circular sugere uma hidropista com 1.070 metros de comprimento, 90 metros de largura e 1,2 metros de profundidade, em condições de águas calmas, sem vento, a nível do mar e temperatura padrão (15 °C).

O fato de classificar os hidroaviões em grupos por tipo de operação, generaliza as diferentes características operacionais e de desempenho dos modelos de hidroaviões existentes, podendo resultar em infraestruturas superdimensionadas ou subdimensionadas. Ambos os casos não são desejáveis, uma vez que uma estrutura superdimensionada afeta diretamente os investimentos, sendo economicamente desfavorável; enquanto estruturas subdimensionadas são contra a segurança das operações.

Deste modo, este documento sugere que o cálculo de comprimento necessário de uma hidropista seja elaborado de forma análoga ao cálculo de pista de pouso e decolagem de aeroportos de terra, onde, de acordo com a RBAC nº 154 (ANAC, 2018b), o comprimento de pista deve ser compatível com os requisitos da aeronave crítica para qual a pista é dimensionada. Este método de dimensionamento baseado na aeronave crítica, resulta em um comprimento que atende à realidade das operações, indo de acordo com o que está sendo proposto pela *Federal Aviation Administration* (2017) na atualização da AC nº 150/5395-1A.

Para a determinação do comprimento mínimo da hidropista, deve-se definir a aeronave crítica de projeto que operará de forma regular na hidrobases durante o período de planejamento. Com a aeronave crítica definida, consultar no manual da aeronave o comprimento básico de pista necessário para decolagem na condição de Peso Máximo de Decolagem (PMD).

Efetua-se então a correção no comprimento básico para altitude e temperatura da hidrobases. Segundo o *Seaplanes Facilities* (USA, 1949), deve-se acrescentar em 7% o comprimento básico de pista a cada 300 m de altitude; bem como, 0,5% no comprimento a cada grau (°C) de variação da temperatura padrão.

Para a determinação da largura e profundidade mínimas da hidropista, usam-se as dimensões mínimas previstas na AC nº 150/5395-

1A (FAA, 2013), sendo 60 metros de largura e 1,2 metros de profundidade. Caso exista alguma restrição na área operacional, a largura da hidropista pode ser menor que a mínima proposta, desde que seja previsto a implantação de bacias de giro de 60 metros de diâmetro em ambas as cabeceiras (FAA, 2013).

As hidropistas podem ser de dois tipos: hidropista demarcada, orientada na direção do vento predominante; e hidropista sem demarcação, que oferece mais flexibilidade para as operações.

4.2.1.1 Hidropista demarcada

Para uma hidrobaseser considerada um aeroporto, é necessário que a hidropista seja identificada com marcadores visuais. Portanto, segundo a *Federal Aviation Administration* (2013), é aconselhável que a hidropista seja demarcada com um mínimo de dois marcadores visuais, identificando cada extremidade da hidropista. Essa deve ser alinhada conforme a direção do vento predominante, superfícies de aproximação e decolagem, alinhamento da costa e força das correntes de água.

A Figura 5 mostra um exemplo de hidropista demarcada.

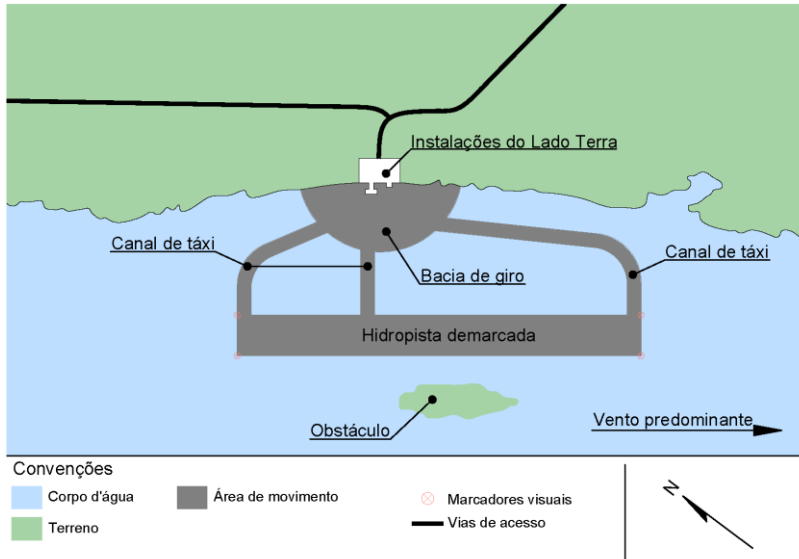


Figura 5 – Hidropista com demarcação por boias
Fonte: Adaptada de FAA (2017)

Hidropistas demarcadas possuem a vantagem de permitirem a aplicação das superfícies imaginárias de proteção, garantindo mais segurança às operações.

4.2.1.2 Hidropista sem demarcação

Uma hidropista sem marcação é o tipo de pista mais flexível, pois permite um aproveitamento de toda a área de operacional para realizar o procedimento de pouso e decolagem, conforme as condições de vento, marés e ondas atuantes no momento da operação (FAA, 2013).

No Manual de Operações de Hidroaviões e Helicópteros equipados com Flutuadores/Esquies, elaborado pela *Federal Aviation Administration* (2004) constam orientações de como pilotar em diferentes condições de vento e superfície de água.

A Figura 6 mostra um exemplo de hidropista não demarcada.

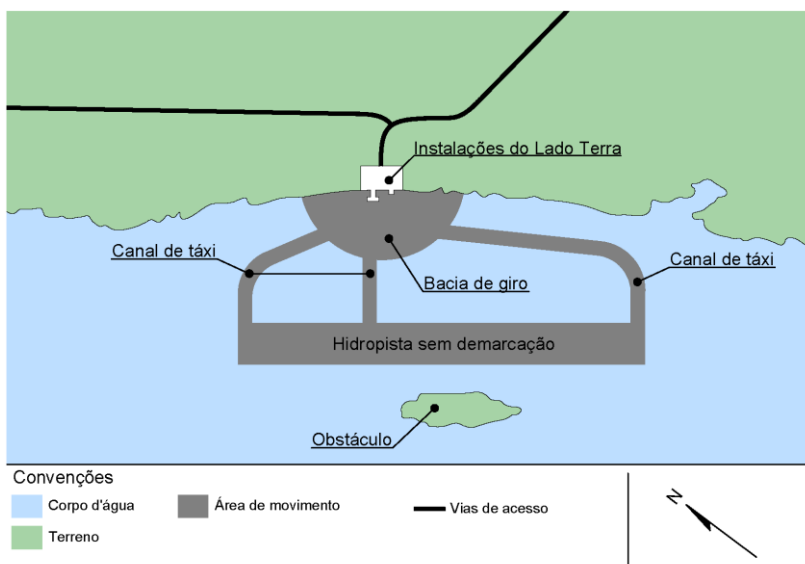


Figura 6 – Hidropista sem demarcação
Fonte: Adaptada de FAA (2017)

4.2.2 Canal de táxi

O canal de táxi é uma instalação básica de uma hidrobases que fornece acesso direto entre a hidropista e a Área de Transição. Quando

possível, o canal de táxi deve ser orientado de modo que o percurso entre a hidropista e a área de acostagem seja favorecido pelo vento e corrente predominantes.

A Tabela 1 apresenta as dimensões mínimas necessárias para um canal de táxi definidas pela AC nº 150/5395-1A.

Tabela 1 – Dimensões mínimas requeridas para o canal de táxi

| Dimensões mínimas - Canal de táxi | |
|--|----|
| Largura (m) | 38 |
| Profundidade (m) | 1 |
| Afastamento entre a aeronave um um objeto ¹ (m) | 15 |

Nota: ^[1] Como objeto, entende-se qualquer aparato que a aeronave possa colidir, podendo ser um objeto ou outra aeronave.

Fonte: Adaptada de FAA (2013)

A Figura 7 mostra um exemplo de um *layout* de hidrobases, destacando os canais de táxi.

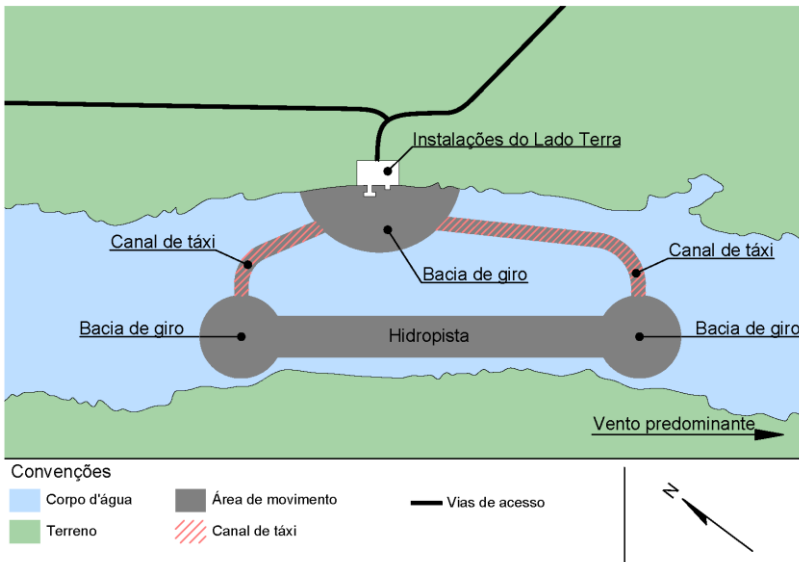


Figura 7 – Canais de táxi
Fonte: Adaptada de FAA (2017)

4.2.3 Bacias de giro

As bacias de giro são áreas de manobra que facilitam o taxiamento e o giro da aeronave, permitindo mais liberdade na operação quando há variação na intensidade de vento e corrente. Segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), são recomendadas nas proximidades das instalações da Área de Transição e nas extremidades da hidropista, quando esta, por alguma restrição, possui largura inferior a 60 m.

Por motivos de segurança, é recomendado um afastamento mínimo de 15 m entre a extremidade das bacias de giro e o objeto mais próximo (FAA, 2013).

A Figura 8 ilustra um exemplo de *layout* de hidrobases, destacando as bacias de giro nas extremidades da hidropista e adjacente às instalações da Área de Transição.

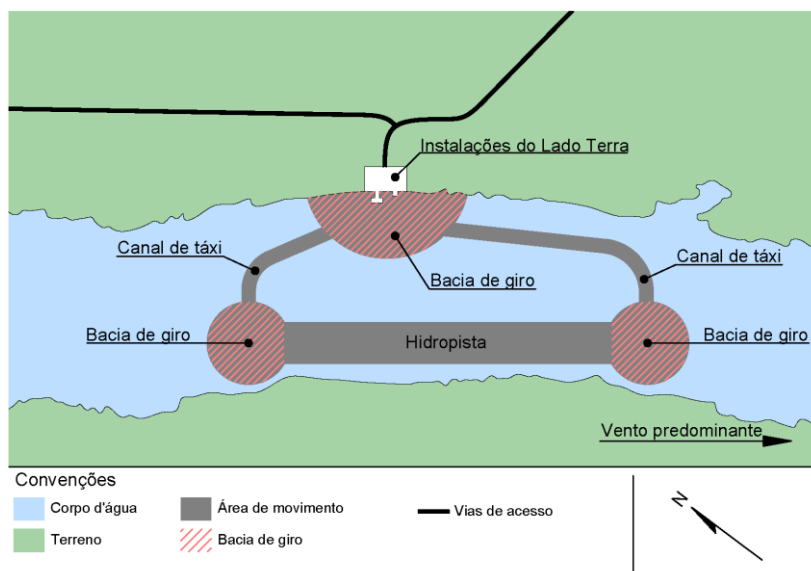


Figura 8 – Bacias de giro
Fonte: Adaptada de FAA (2017)

4.3 REQUISITOS PARA INSTALAÇÕES DA ÁREA DE TRANSIÇÃO

As instalações da Área de Transição variam de acordo com a topografia do local e as necessidades da hidrobases. Os tipos, dimensões

e posicionamento dessas instalações serão determinados a partir das condições de água e vento, da topografia do terreno onde serão implantadas, da composição do leito da área de operação e do número e das características dos hidroaviões que operarão na hidrobases.

4.3.1 Estruturas de acostagem

Neste documento foram considerados dois tipos de estruturas de acostagem: píer (Figura 9) e doca flutuante (Figura 10), podendo ser usada a combinação das duas quando necessário. De forma resumida, a diferença entre píer e doca flutuante está na fixação das duas estruturas, o píer é uma estrutura fixa e a doca flutuante varia sua altura conforme as condições de maré.



Figura 9 – Píer com hidroavião acostado
Fonte: FAA (2013)

As características do local escolhido para a hidrobases determinarão qual a estrutura de acostagem mais adequada. Segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), em locais onde a variação do nível de água não ultrapasse 45 cm, o uso de píeres é indicado; em contrapartida,

quando a variação do nível de água ultrapassa 45 cm, é requerido o uso de docas flutuantes.

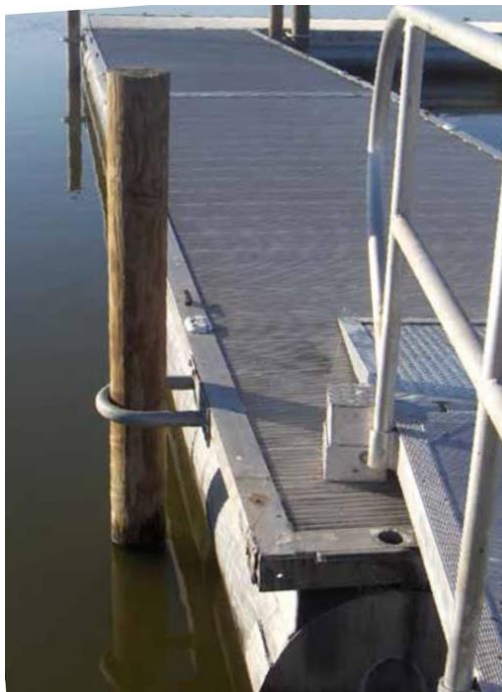


Figura 10 – Doca flutuante
Fonte: ACRP (2015)

4.3.1.1 Características das estruturas de acostagem

As estruturas de acostagem devem ser projetadas especificamente para a acostagem de hidroaviões, tanto as fixas quanto as flutuantes. Devendo ser projetada para fornecer acostagem segura para a aeronave e para os passageiros, considerando-se o afastamento entre as aeronaves, altura necessária acima do nível de água, altura de possíveis obstáculos sobre a estrutura, entre outros (FAA, 2013).

Quando trata-se de uma hidrobases pública, é necessário que as estruturas de acostagem, assim como as outras instalações da hidrobases, atendam aos requisitos de acessibilidade a edificações, espaços e equipamentos urbanos, impostos pela NBR 9050 (ABNT, 2015).

4.3.1.1.1 Localização

Ao escolher a localização para uma estrutura de acostagem, é necessário que a região de aproximação da mesma pelo Lado Ar seja livre de obstáculos, com espaço suficiente para acomodar uma bacia de manobra onde o hidroavião pode fazer um giro completo, sendo um raio mínimo de 30 m recomendado pela *Federal Aviation Administration* (2013).

Quanto ao acesso pelo Lado Terra, as estruturas de acostagem devem estar localizadas de forma que o trajeto de passageiros e tripulação seja seguro e direto, sem cruzar por rampas, pátio e/ou hangares.

Deve-se considerar o sentido de ação das ondas ao posicionar as infraestruturas de acostagem. Segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), a ação das ondas sobre os esquis pode danificar os mesmos, por isso é recomendado posicionar as estruturas de modo que a onda atue no sentido perpendicular aos flutuadores do hidroavião, e, quando possível, paralelas à linha da costa, para que os hidroaviões possam se proteger dos efeitos das ondas acostando na lateral voltada para a costa.

4.3.1.1.2 Dimensões

As dimensões da plataforma são determinadas pelo número de hidroaviões que serão utilizados simultaneamente ou projetados para usar a estrutura. Ao determinar o número de posições de paradas na estrutura de acostagem, a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013) recomenda que o comprimento de projeto da aeronave deve ser acrescido de 6 m, para oferecer folga entre as aeronaves, aumentando a segurança das operações.

4.3.1.1.3 Altura em relação ao nível de água

Este documento adicionou aos critérios de estrutura de acostagem o que recomenda a FAA (2017) na atualização da AC nº 150/5395-1A, onde a altura da estrutura de acostagem em relação ao nível da água seja de, no mínimo, 30 cm, podendo ser maior, conforme as necessidades da aeronave crítica. É importante ressaltar que plataformas muito altas podem acarretar em danos à aeronave e dificultar a movimentação de passageiros e cargas na aeronave.

Em casos onde é necessário que a estrutura seja elevada, deve-se considerar o uso de para-choques, sem esquecer de incluí-los no cálculo

de fluatibilidade da estrutura, visto que acrescentam peso considerável à estrutura (FAA, 2017).

4.3.1.1.4 Métodos de amarração

O método de amarração mais recomendado para hidroaviões é por meio de grampos (Figura 11). De acordo com a *Federal Aviation Administration* (2013), eles devem possuir dimensões suficientes para amarrar uma corda de 25 mm de espessura, possuir um afastamento entre si de 1,80 m a 3 m, estar próximos o suficiente da extremidade da plataforma para serem facilmente alcançados por um tripulante da aeronave durante a aproximação e devem ser fixados de forma a garantir que resistam às forças solicitantes de uso sem sofrerem danos.



Figura 11 – Grampo de amarração
Fonte: Dock Builders Suply (2018)

4.3.1.1.5 Para-choque

A fuselagem e os flutuadores das aeronaves são frágeis e facilmente danificadas em um choque com estruturas de acostagem sem sistemas de para-choques, ou com sistemas inadequados. Segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), os para-choques devem ser instalados ao longo das laterais da estrutura de acostagem e abaixo da superfície da plataforma. Também é recomendado que sejam usados pneus *steel belted* de tamanhos uniformes, posicionados sem espaçamento entre si e

fixados à estrutura de acostagem de forma a resistir à solicitação durante o uso.

A Figura 12 ilustra um sistema de para-choques ideal instalado na lateral de uma doca flutuante.



Figura 12 – Doca flutuante com para-choques instalados
Fonte: FAA (2017)

4.3.1.1.6 Superfície desobstruída sobre a plataforma

A presença de obstruções nas estruturas de acostagem, como corrimãos, bancos, postes, entre outros, pode representar um obstáculo às asas e cauda dos hidroaviões. Por esse motivo, a superfície da plataforma deve estar livre de obstruções para permitir que, durante a atracação, as asas e a cauda da aeronave possam passar livremente sobre a plataforma (FAA, 2013). A extensão da superfície desobstruída necessária deve ser calculada a partir da envergadura da aeronave crítica.

4.3.2 Corredores de acesso

Quando a estrutura de acostagem de um hidrobases é do tipo doca flutuante, é necessário o uso de um corredor de acesso (Figura 13) para

conectar a plataforma à costa. Como a doca se movimenta conforme a variação do nível de água, o corredor de acesso deve ser projetado para não impedir essa movimentação.

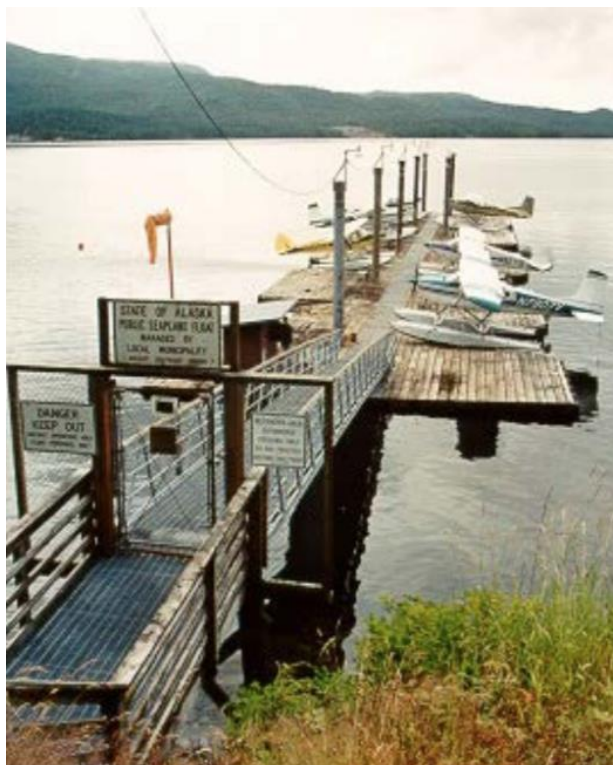


Figura 13 – Corredor de acesso ligado à doca flutuante
Fonte: FAA (2017)

Segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), o comprimento do corredor de acesso é determinado pela variação máxima no nível da água, devendo manter a razão de inclinação em 1:2,75 para proporcionar uma caminhada segura e confortável e para impedir que os corrimãos venham a se tornar uma obstrução ao movimento das aeronaves. Corrimãos devem ser instalados, de preferência em ambos os lados do corredor, para auxiliar os usuários durante a passagem pelo corredor (FAA, 2013).

Ainda segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), a largura do corredor deve considerar o uso previsto e possuir largura suficiente para

permitir a passagem de pessoas, bagagens, equipamentos e, quando necessário, veículos de transporte de cargas.

4.3.3 Rampas

Existem diferentes tipos de rampas que podem ser usadas em hidrobases, variando em material, método construtivo, formato e dimensões. O tipo mais simples de rampa consiste em uma plataforma de madeira de aproximadamente 5 m de comprimento por 6 m de largura, iniciando na costa e com até metade do seu comprimento submerso, para permitir que hidroaviões entrem e saiam da água com facilidade (FAA, 2013). A Figura 14 ilustra um exemplo de rampa de madeira.

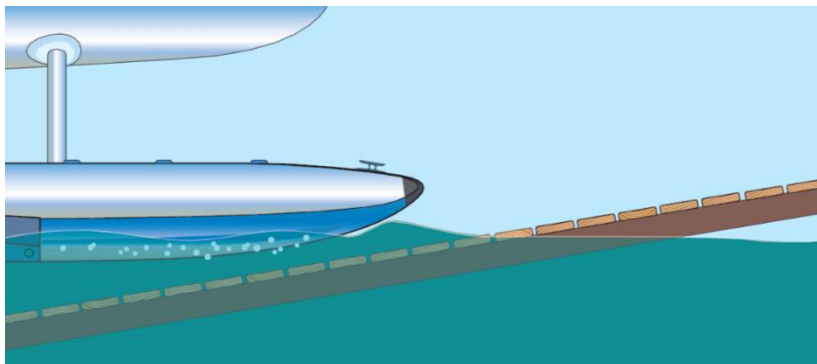


Figura 14 – Detalhes de rampa fixa

Fonte: FAA (2013)

Por estarem em contato com a água, as rampas são extremamente escorregadias, portanto, como medida de segurança, este documento adota o que recomenda a atualização da AC nº 150/5385-1A, elaborada pela FAA (2017), onde as instalações estejam dispostas de tal forma que minimizem a necessidade de pilotos e passageiros caminharem pela rampa, e que esteja disponível uma passagem estreita com piso antiderrapante que não interfira na movimentação das aeronaves, mas que permita que piloto ou passageiros possam caminhar na rampa com segurança.

4.3.3.1 Localização

A localização da rampa deve estar, preferencialmente, alinhada com os ventos predominantes. De acordo com a FAA-H-8083-23 (FAA, 2004), não considerar a direção do vento predominante ao posicionar uma rampa pode se tornar um obstáculo para o piloto durante a aproximação, pois dependendo da força do vento, o hidroavião pode sofrer mudanças bruscas na sua direção, conhecida como guinada, podendo acarretar em colisão com objetos próximos e/ou dificultar o alcance à rampa.

Como as rampas são o ponto de transição entre a água e a terra, o local de aproximação da rampa deve ter uma bacia de giro de 30 m de área desobstruída (FAA, 2013).

4.3.3.2 Tipos de rampa

As rampas podem ser fixas ou articuladas. Segundo AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), rampas fixas são mais comuns quando comparadas às rampas articuladas, mas se tornam relativamente mais caras em costas com água rasa ou onde a variação do nível de água excede 2,4 m.

4.3.3.2.1 Rampas fixas

As rampas fixas são fixadas a uma estrutura estável em terra e, geralmente, sobrepostas ou engastadas pela sua extremidade oposta a uma base submersa fixa.

4.3.3.2.2 Rampas articuladas

As rampas articuladas possuem a vantagem de acompanhar a variação da maré por meio de uma dobradiça na extremidade em terra, enquanto a extremidade submersa da rampa permanece em uma profundidade predeterminada abaixo do nível de água.

4.3.3.3 Comprimento

O comprimento total da rampa é determinado por dois fatores principais: a declividade da rampa e a profundidade submersa da sua extremidade.

A inclinação de uma rampa não deve ser maior que 1:6, sendo ideal declives próximo a 1:10. Declividades menores que 1:10 tornam as rampas muito longas e caras para serem construídas. As rampas destinadas a servir aviões anfíbios com trem de pouso triciclo não devem ser mais inclinadas que 1:8, uma vez que a fuselagem de alguns pode arrastar na rampa quando a embarcação descer a rampa (FAA, 2013).

Todas as rampas devem ter sua extremidade abaixo do nível da água, mesmo durante a maré baixa. Para determinar profundidade submersa, deve-se avaliar o calado máximo do hidroavião que irá operar na hidrobases e a os dados médios de marés baixas na localidade. De forma geral, uma profundidade submersa de 1,2 m é suficiente para a maioria dos aviões anfíbios (FAA, 2013).

4.3.3.4 Largura

A largura da rampa é determinada com base no espaçamento entre os flutuadores da aeronave de crítica, além de uma largura adicional em ambos os lados da rampa. Esta largura permite que o hidroavião use a rampa mesmo com efeitos de vento que causam deslocamento na aeronave durante a aproximação e um espaço de trabalho mais seguro para o manusear a aeronave.

Segundo a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), rampas com larguras de 9 a 12 m geralmente acomodarão todos os hidroaviões, na maioria das condições de vento, corrente e marés. Para hidroaviões menores, de peso bruto de até aproximadamente 6.820 kg, a largura da rampa pode ser reduzida para 4,5 m quando o local oferece condições relativamente calmas de água e vento, e 6,0 m para condições mais adversas.

4.3.3.5 Posicionamento das pranchas na rampa

As pranchas da superfície da rampa podem ser colocadas na diagonal ou perpendicular à linha de deslocamento, com um espaçamento de 1 cm entre elas, para facilitar a drenagem e a efeitos de dilatação. Quando posicionadas perpendicularmente à linha de percurso, a borda superior de cada tábua pode ser elevada até 2,5 cm para permitir que aeronave se movimente com facilidade e ainda proporcione base mais segura para as pessoas que andam na rampa. É necessário que os parafusos, pregos e grampos usados para fixar as tábuas estejam rentes à

superfície da prancha para evitar danos aos flutuadores ou trens de pouso. (FAA, 2013)

4.3.4 Espaçamento operacional entre as instalações da Área de Transição

O espaçamento entre as instalações da Área de Transição influencia diretamente no posicionamento das mesmas. Cada uma das instalações deve ser localizada de forma que um hidroavião possa se aproximar, atracar e sair de qualquer um dos berços disponíveis, mesmo quando os adjacentes estiverem ocupados.

Quando a operação dos hidroaviões é feita por meios próprios, o afastamento mínimo recomendado entre a extremidade da bacia de manobra e as instalações é de 15 m, visto que as aeronaves conseguem taxiar com segurança espaçadas de objetos a uma distância de até metade de sua envergadura. Para hidroaviões que são movidos manualmente entre as instalações, o afastamento deve ser menor que 15 m, para facilitar o processo (FAA, 2013).

4.4 REQUISITOS PARA INSTALAÇÕES DO LADO TERRA

As necessidades dos usuários da hidrobases determinarão quais tipos de instalações no Lado Terra serão necessárias. Podem variar de instalações simples, com um pátio de serviço com vagas de parada de aeronave, estacionamento de veículos e escritório de administração, até instalações mais completas com hangares, terminal de passageiros, áreas comerciais, parque de estacionamento de aeronaves, entre outras.

Antes de considerar um local para a implantação de uma hidrobases, deve-se determinar a área necessária em terra para acomodar todas as instalações necessárias. Essa análise deve basear-se na quantidade hidroaviões usarão o pátio de serviço e hangares, quantas vagas de estacionamento serão necessárias, o tamanho necessário do terminal de passageiros, a área externa necessária para terraços, acessos e passeios e a área de outras instalações previstas para a hidrobases.

4.4.1 Terminal de passageiros

O tamanho necessário do terminal de passageiros de uma hidrobases vai depender do tipo de movimentação e sua demanda. Em hidrobases particulares ou com baixa demanda, um escritório dentro do hangar de aeronaves pode ser suficiente para cumprir a função.

Tratando-se de uma hidrobases pública que possua voos regulares, um edifício destinado ao terminal se faz necessário para abrigar as instalações previstas, como escritório administrativo, sala de embarque e desembarque de passageiros, área destinada à tripulação, balcões de *check-in* e despacho de bagagem, área comercial, entre outras. De acordo com o *Seaplanes Facilities* (USA, 1949), deve tratar-se de um espaço funcional e com área suficiente para atender às necessidades estimadas.

A edificação deve estar em uma posição de destaque no local, sendo facilmente acessível tanto pelo Lado Terra, quanto pelo Lado Ar, assim como deve possuir uma visão desobstruída do Lado Ar, para o controle das operações de aeronaves (USA, 1949).

Para a hidrobases se tornar atrativa não só para passageiros, mas também para visitantes, é importante que o terminal conte com espaços ao ar livre para o uso público, podendo consistir em um pequeno gramado, ou em uma área maior com terraço, mirante, restaurantes e áreas de lazer, dependendo da área disponível e necessidade da hidrobases.

4.4.1.1 Área do terminal

A área total do terminal pode ser estimada de acordo com a previsão de demanda de passageiros na hora-pico, considerando-se índices globais pré-estabelecidos. Este documento usará como base para a estimativa da área do terminal os índices globais do STBA (1983) adotados por Medeiros (2004), compilados na Tabela 2.

Tabela 2 – Área total do terminal

| Nível de serviço | Índices de dimensionamento (m ² /pax) | | |
|--------------------|--|-----------|----------|
| | Tipo de aeroporto | | |
| | Internacional | Doméstico | Regional |
| A – Alto | 25 | 18 | 15 |
| B – Bom | 22 | 15 | 12 |
| C – Regular | 18 | 12 | 10 |

Fonte: Adaptada de STBA apud Medeiros (2004)

Quanto ao nível de serviço, Medeiros (2004) o classificou em três graduações, de acordo com o conforto a ser oferecido e o fluxo de usuários. O nível de serviço Alto (A) refere-se a um alto nível de conforto, com fluxo livre e operações dentro do terminal sem atrasos; o

nível Bom (B) oferece um bom nível de conforto, fluxo normal e os componentes equilibrados; o nível Regular (C) possui nível de conforto aceitável, fluxo instável, tolera atrasos e algumas condições adversas por pequenos períodos e possui os componentes em capacidade limite.

Para o cálculo mais detalhado dos componentes do terminal, recomenda-se a aplicação do método de dimensionamento de terminais determinado pelo *Airport Development Reference Manual*, elaborado pela IATA (2014), onde o cálculo de áreas é feito com base no conceito de Nível de Serviço.

4.4.2 Pátio de serviço e estacionamento de aeronaves

O pátio de aeronaves é a instalação que requer a maior área entre as instalações do Lado Terra, por isso é importante que sua localização e o cálculo de área necessária sejam determinados respeitando os regulamentos vigentes.

4.4.2.1 Localização

Segundo a *Federal Aviation Administration* (2013), o pátio de aeronaves deve estar localizado próximo às rampas, onde os hidroaviões vindos do Lado Ar tracem uma rota curta e direta com o mínimo de interferência na movimentação de outros hidroaviões. Para segurança e comodidade do público, o pátio deve ser separado de outras instalações, seja por espaçamento adequado, cercas ou ambos. Portanto, devem-se locar rampas, docas e píeres, de modo que o acesso a eles pelo público não exija a passagem pelo pátio e hangares.

4.4.2.2 Dimensões

A área necessária para um pátio de aeronaves dependerá do número e modelos de aeronaves que serão acomodadas. Deve-se basear nas características dos hidroaviões que serão acomodados no pátio para determinar o espaço necessário para manobras, acesso e estacionamento. A AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013) recomenda incluir uma estimativa conservadora para determinar o número de posições de estacionamento e área necessária do pátio.

4.4.3 Hangares

Os hangares usados para aeronaves comuns são adaptáveis para uso por hidroaviões, devendo atentar-se para a altura dos mesmos. A AC nº 150/5395-1A define os requisitos de localização e área, sendo eles:

4.4.3.1 Localização

Os hangares devem estar localizados de maneira que os hidroaviões vindos do Lado Ar tracem uma rota direta para o hangar sem interferir nas áreas estacionamento de aeronaves, na movimentação dos hidroaviões pela área operacional do Lado Terra ou em quaisquer áreas públicas. Os hangares de armazenamento e reparo também devem estar localizados de modo que a entrega de materiais e o acesso dos trabalhadores não entrem em conflito com a movimentação de hidroaviões (FAA, 2013).

4.4.3.2 Área

A área necessária para os hangares dependerá do número e das características da aeronave a ser acomodada. É necessário fornecer espaço adicional suficiente para taxiar, manobrar e estacionar temporariamente os hidroaviões.

4.4.4 Serviço de resgate e combate a incêndio

Procedimentos para resgate de passageiros e tripulação após acidentes devem ser desenvolvidos pela hidrobases, sendo necessário dispor de profissionais capacitados e equipamentos adequados. As condições do ambiente em que será implantado o serviço deve ser levada em consideração para determinar o tipo de treinamento dos profissionais e os equipamentos necessários para oferecer uma resposta rápida a acidente.

A *Air Safety Support International* (2014) define que a hidrobases deve contar com uma embarcação de salvamento com capacidade para acomodar todos os passageiros e tripulantes da aeronave crítica, ou deverá ser equipada com boias em quantidade adequada para retirar todos da água; bem como define os tempos de resposta e disponibilidade do serviço e a obrigatoriedade de um plano de emergência.

4.4.4.1 Tempo de resposta e disponibilidade

O tempo de resposta à uma emergência não deve ser superior a 5 minutos em qualquer ponto da área de movimento de aeronaves, quando em boas condições de visibilidade e superfície da água.

O funcionamento do Serviço de Resgate e Combate à Incêndios deve estar disponível, no mínimo, 15 minutos antes do horário de abertura da hidrobases até 15 minutos após a última operação na mesma. E, quando não disponível o horário de funcionamento, deve estar disponível 15 minutos antes da primeira operação na hidrobases.

4.4.4.2 Plano de emergência

Os operadores devem determinar e implementar um plano de emergência de acordo com o tamanho e os tipos de aeronaves que utilizarão a hidrobases, devendo assegurar a disponibilidade imediata e a coordenação com os serviços especializados de salvamento adequados para responder às emergências na hidrobases, incluindo serviços de resgate na água, resposta a derramamentos de óleo e combustível e retirada de aeronaves da área de movimento.

4.4.5 Parque de abastecimento de aeronaves

Em hidrobases onde há abastecimento de combustíveis para aeronaves, são necessários cuidados para garantir que os sistemas de armazenamento e abastecimento não possuam algum tipo de vazamento que possam afetar o meio ambiente. A AC nº 150/5395-1A recomenda que todas as aberturas do tanque devem se encontrar no nível do solo e em tanques tipo *flush* as aberturas de inspeção e manutenção devem ter tampa tipo *flanged spool*.

Para calcular a capacidade necessária de combustível a ser armazenado, deve-se avaliar o número de hidroaviões que usarão esse serviço e a frequência de abastecimento (FAA, 2013).

4.4.6 Estacionamento de veículos

De acordo com a AC nº 150/5395-1A, a área de estacionamento deve possuir acesso fácil e seguro para as instalações da hidrobases, sendo altamente recomendado que pedestres não cruzem rodovias ou caminhem mais de 60 m para chegar no terminal de passageiros. É desejável que o estacionamento considere uma vaga de estacionamento

para cada hidroavião, uma para cada funcionário e vagas extras para os visitantes e passageiros, dependendo do uso previsto para a hidrobases e áreas públicas (FAA, 2013). A disposição das vagas de estacionamento dependerá da necessidade e da configuração da área disponível para a instalação.

É recomendado que se consulte o código de construção local para determinar a área necessária para cada carro. O Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário (INFRAERO, 2006) sugere uma área de 27 m² para cada vaga de estacionamento, considerando nesse valor a área necessária de manobra para os veículos.

4.4.7 Acesso à hidrobases

Uma hidrobases deve sempre contar com acesso rodoviário para o público, funcionários, entregas de suprimentos e remoção de dejetos. Esse deve possuir largura adequada, atendimento ao tráfego previsto e possuir fácil acesso às instalações (FAA, 2013).

4.4.7.1 Vias de serviço

Toda hidrobases deve contar com vias de serviço para circulação interna, devendo ser sinalizadas e controladas, permitindo somente acesso de veículos autorizados, também funcionando como rotas de circulação em caso de emergências. As vias de serviço internas nunca devem fazer parte das vias de acesso à hidrobases (FAA, 2013).

4.5 AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO

Imprescindíveis para a segurança das operações, os auxílios à navegação servem para auxiliar o piloto a identificar uma hidrobases e auxiliar na realização de movimentos de pouso e decolagem, taxiamento e manobras.

4.5.1 Identificação de hidrobases

O símbolo que identifica uma hidrobases é uma âncora, como mostrado na Figura 15. De acordo com a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), as dimensões do símbolo devem ser, no mínimo, 4 metros de comprimento por 2,5 metros de largura, e ser pintado em locais de fácil visibilidade para quem está sobrevoando a hidrobases, como telhados ou outra superfície plana. O símbolo deve ser na cor amarela e, quando a

superfície que o receberá for de cor clara, como concreto natural, deve-se usar uma borda preta em volta da âncora para aumentar seu contraste com a superfície (FAA, 2013).

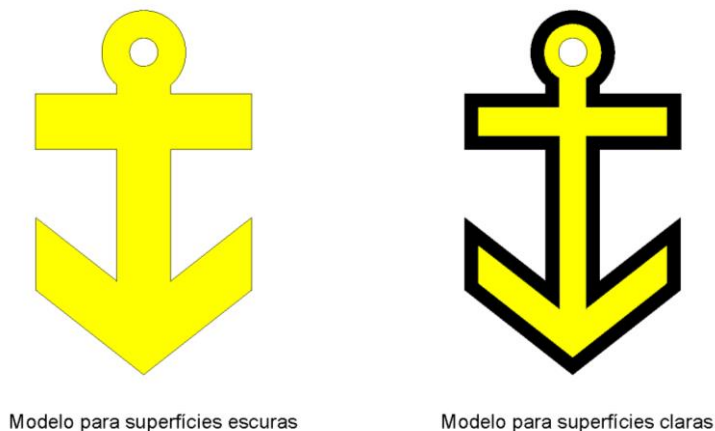


Figura 15 – Símbolo de identificação visual de hidrobases
Fonte: Adaptada de FAA (2013)

4.5.2 Identificação das instalações do Lado Ar

Identificações luminosas das instalações do Lado Ar devem ser previstas quando a hidrobase possui operações noturnas, podendo ser feitas na hidropista e canais de táxi acoplando lâmpadas à bateria em boias ou outros equipamentos flutuantes (FAA, 2013).

Vale ressaltar que com o risco associado a operações noturnas, devido à dificuldade de analisar as condições da superfície da água e existência ou não de obstruções, a *Federal Aviation Administration* (2004) recomenda que esse tipo de operação seja utilizado apenas para movimentações de emergência.

4.5.3 Farol rotativo

O farol rotativo é um tipo de auxílio visual à navegação que exhibe *flashes* de luzes branca e colorida, dependendo do tipo de aeroporto e operação, para indicar a localização de um aeródromo, um ponto de referência ou uma obstrução (FAA, 2014).

Conforme a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013), o uso de farol rotativo em uma hidrobases é recomendado para identificar a área de pouso e decolagem de hidroaviões em períodos de pouca visibilidade ou em operações noturnas, quando a hidrobases está habilitada para este tipo de operação. Para sinalizar a área de movimento de uma hidrobases de uso civil, o farol rotativo deve emitir flashes de luz alternando entre a cor amarela e a branca (FAA, 2013).

Em regiões onde o tráfego de embarcações e aeronaves ocorre simultaneamente e de forma intensa, é recomendado pela AC nº 150/5395-1A o uso de farol estroboscópio ativado por rádio para alertar os usuários sobre a chegada ou partida de um hidroavião, evitando conflitos de uso na área de operação.

A AC nº 150/5345-12F elaborada pela *Federal Aviation Administration* (2010), traz as especificações para faróis de aeroportos e heliportos, mostrando os requisitos necessários para a construção e funcionamento dos mesmos, devendo ser usada em conjunto com as normas supracitadas.

4.5.4 Indicador visual de condições de vento de superfície (Biruta)

A biruta é um auxílio visual para pouso e decolagem, que fornece as indicações de direção e uma estimativa da intensidade do vento de superfície aos pilotos de aeronaves ou helicópteros, constituído de cone de vento, cesta e mastro de sustentação e, eventualmente, dispositivo de iluminação (ABNT, 2013).

Conhecer as condições de vento de superfície no momento do pouso ou da decolagem é uma das informações fundamentais para o piloto realizar uma operação com segurança, como já mencionado anteriormente, por isso a AC nº 150/5395-1A (FAA, 2013) recomenda que toda hidrobases possua uma biruta em local visível para os pilotos tanto em terra quando no ar, e que esteja de acordo com as especificações constantes na AC nº 150/5345-27E.

4.5.5 Iluminação das instalações da Área de Transição e do Lado Terra

Postes de iluminação devem ser instalados ao longo da costa para iluminar o pátio, píer, doca flutuante, rampa e outras instalações necessárias, sempre cuidando com a locação desses pontos de iluminação para não se tornarem um obstáculo para os pilotos durante a movimentação da aeronave, afetando a visão e/ou criando reflexos (FAA, 2013).

5 EXEMPLOS DE HIDROBASES

Após a apresentação dos requisitos necessários a uma hidrobases, neste capítulo foram selecionados dois exemplos de hidrobases públicas com rotas regulares, a Vancouver Harbour Flight Centre, localizada no Canadá, e o Terminal Aéreo Trans Maldivian, localizado nas Maldivas. Foi feita uma contextualização das mesmas e identificados os aspectos mais relevantes, como infraestrutura, operação, movimentação, rotas, entre outros.

5.1 VANCOUVER HARBOUR FLIGHT CENTRE

Localizada na Baía de Coal, em Vancouver, Canadá, a Vancouver Harbour Flight Centre (VHFC) é uma hidrobases registrada sob o designador ICAO CYHC e IATA CXH, que foi construída com iniciativa do Governo da Colúmbia Britânica, custeada por fundos privados, como parte dos investimentos para os Jogos Olímpicos de Inverno de Vancouver de 2010, respondendo também à necessidade dos usuários de hidroavião que já operavam na baía usando píeres temporários (VHFC, 2018). A Figura 16 ilustra a hidrobases.



Figura 16 – Vancouver Harbour Flight Centre
Fonte: VHFC (2018)

A hidrobases possui terminal de passageiros, infraestrutura de acostagem e área de movimento. De acordo com o VHFC (2018), o terminal de passageiros ocupa uma área de 1.000 m², com sala de embarque e desembarque, sala de espera e balcão de *check-in*; e a infraestrutura de acostagem possui 360 m lineares de docas flutuantes e capacidade para acomodar 18 aeronaves.

A VHFC opera voos domésticos regulares entre diferentes localidades da costa da Colúmbia Britânica, além de voos regulares internacionais para Seattle (EUA), como ilustra a Figura 17. Conta também com voos panorâmicos e *charter*. Os voos são operados por diferentes companhias aéreas, sendo as companhias Harbour Air Seaplanes, Seair Seaplanes e a Saltspring Air residentes, e as companhias Corilair, Kenmore Air e Tyax Adventures, itinerantes.



Figura 17 – Mapa de rotas aéreas realizadas pela Vancouver Harbour Flight Centre

Fonte: VHFC (2018)

De acordo com o *Statistics Canada* (2018), a hidrobase registrou 58.228 movimentações de aeronaves em 2017, considerando voos civis e militares, sendo a hidrobase com maior volume de movimentação do Canadá. Essa também é a única hidrobase do país que possui torre de

controle (Figura 18), sendo considerada a torre de controle mais alta do mundo, localizada a 142 m de altura, no topo do Edifício Granville Square (GEROLD, 2003).

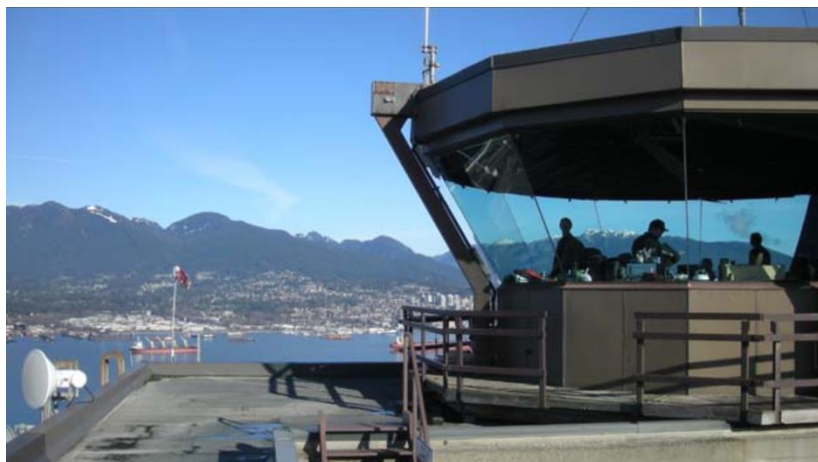


Figura 18 – Torre de Controle da Vancouver Harbour Flight Centre
Fonte: Vancouver Sun (2013)

5.2 TERMINAL AÉREO TRANS MALDIVIAN

O Terminal Aéreo Trans Maldivian (Figura 19) é uma hidrobase localizada em Malé, capital das Maldivas, próximo ao Aeroporto Internacional das Maldivas. A hidrobase pertence à empresa Trans Maldivian Airways (TMA), que foi fundada em 2013 a partir da fusão da empresa homônima com a Maldivian Air Taxi, após a aquisição das duas pelo grupo americano Blackstone (TMA, 2018a).



Figura 19 – Terminal Aéreo Trans Maldivian
Fonte: TMA (2013)

De acordo com o The Blackstone Group (2013), após a fusão das empresas, a Trans Maldivian Airways se tornou a empresa hidroaérea com a maior frota de hidroaviões do mundo. Ganhando o prêmio Líder Mundial em Operação de Hidroaviões, da *World Travels Award*, nos anos de 2014, 2015 e 2017 (WORLD TRAVEL AWARD, 2017).

Com um total de 48 aeronaves *de Havilland DHC-6 Twin Otter*, a empresa realiza voos domésticos, panorâmicos, *charter* e traslado a *resorts*, movimentando por ano aproximadamente 960.000 passageiros em 120.000 voos, servindo 63 destinos, podendo alcançar as 1.200 ilhas do país (TMA, 2018c).

O TMA é formado por três terminais, área de acostagem e área operacional com hidropista de 370 m de extensão. O Terminal A possui três andares, dois elevadores, instalações de embarque, monitor de informações dos voos, área de alimentação, 11 resorts lounges, dois lounges VIP e área externa; o Terminal B possui nove resorts lounge, dois lounges VIP e cafeteria; e o Terminal C possui três resorts lounge, cafeteria e acesso à área externa e portões de embarque (TMA, 2018b).

A Figura 20 traz uma imagem aérea do TMA, podendo ser observadas as infraestruturas de acostagem do mesmo.



Figura 20 – Infraestrutura do TMA
Fonte: Google Earth (2018)

6 PROJETO CONCEITUAL DE UMA HIDROBASE

Este capítulo tem como finalidade a aplicação das recomendações descritas no capítulo 4 para a elaboração do projeto de uma hidrobases. Por se tratar de um projeto conceitual, as características referentes às condições do sítio, como direção de vento, força de corrente e variação de maré, foram arbitradas pelo autor, bem como foi definida pelo autor a capacidade de movimentação e processamento de passageiros da hidrobases.

6.1 DIMENSIONAMENTO DA INFRAESTRUTURA

Os itens que se seguem abordarão o dimensionamento das instalações necessárias para o projeto conceitual da hidrobases, tendo como ponto de partida a aeronave de projeto e, conseqüentemente, o número máximo de passageiros que cada aeronave comporta. Levaram-se em consideração as principais instalações do Lado Ar, da Área de Transição e do Lado Terra: hidropista, canal de táxi, bacia de giro, infraestrutura de acostagem, rampa, terminal de passageiros, estacionamento de veículos, pátio de serviço, hangares, entre outras. Para cada um desses componentes, são abordados os métodos utilizados para o dimensionamento, bem como as premissas adotadas pelo autor.

O dimensionamento foi elaborado na seguinte ordem: definição da aeronave de projeto, condições de sítio adotadas, dimensionamento das infraestruturas do Lado Ar e da Área de Transição com base nas características operacionais da aeronave de projeto e, por fim, dimensionamento das infraestruturas do Lado Terra a partir da quantidade de aeronaves para a qual a hidrobases está sendo projetada.

6.1.1 Aeronave de projeto

Determinar a aeronave de projeto foi considerado o primeiro passo para o dimensionamento da infraestrutura necessária da hidrobases conceitual aqui projetada. Cada aeronave possui características próprias e está adequada a um tipo de uso. Por isso é importante escolher uma aeronave que supra de forma satisfatória as necessidades previstas para a hidrobases, pois a mesma influenciará diretamente no dimensionamento e na determinação das instalações.

O hidroavião escolhido foi o Cessna Caravan Anfíbio (Figura 21). De acordo com informações fornecidas pela Cessna Aircraft Company (2018), foi lançado em 1984 e trata-se de um monomotor

turboélice de asa alta, construção metálica, robusto, econômico e possui capacidade para até 14 passageiros, sendo indicada para transporte executivo de passageiros, transporte de cargas aéreas, para uso militar e transporte regional de passageiros.



Figura 21 – Cessna Caravan Anfíbio
Fonte: Cessna Aircraft Company (2018)

As especificações do hidroavião estão compiladas na Tabela 3.

Tabela 3 – Especificações do Cessna Caravan Anfíbio

| Dimensões | |
|--------------------------------------|-------|
| Envergadura (m) | 15,87 |
| Comprimento (m) | 11,61 |
| Altura (m) | 5,36 |
| Afastamento entre flutuadores (m) | 4,44 |
| Pesos | |
| Peso máximo de decolagem (kg) | 3.969 |
| Peso vazio (kg) | 2.533 |
| Carga útil (kg) | 1.451 |
| Capacidade de bagagem (kg) | 419,6 |
| Desempenho ¹ | |
| Comprimento básico de hidropista (m) | 714 |
| Máxima velocidade de cruzeiro (km/h) | 294 |
| Alcance máximo (km) | 1.682 |
| Altitude máxima (m) | 6.096 |
| Capacidade | |
| Passageiros | 9 |

Nota: ^[1] Os dados de desempenho são baseados nas seguintes condições: sem vento, a nível do mar e com superfície calma de água.

Fonte: Cessna Aircraft Company (2018). Elaborada pelo autor.

6.1.2 Premissas de projeto

Tratando-se de um projeto conceitual, sem uma localização específica, todos os fatores necessários para o dimensionamento da hidrobases, como dados de vento, temperatura de referência e características de água, leito e costa, foram arbitrados pelo autor e estão listados na Tabela 4.

Tabela 4 – Premissas de projeto

| Dados de vento | |
|--|----------|
| Velocidade (km/h) | 3 |
| Direção | Sudeste |
| Característica da água | |
| Profundidade mínima do nível de água (m) | 1,5 |
| Variação média do nível de água (cm) | 15 |
| Correntes de água (m/s) | 1,2 |
| Altura de ondas (cm) | 12 |
| Característica do leito | |
| Formação do leito | Arenoso |
| Característica da costa | |
| Inclinação da costa | Moderada |
| Dados da hidrobases | |
| Temperatura de referência (°C) | 28 |
| Altitude (m) | 0 |

Elaborada pelo autor.

Além das características físicas adotadas para o local, também foi estipulado o número máximo de aeronaves que a hidrobases pode atender na hora-pico, bem como a quantidade de passageiros. Ressalta-se que o cálculo de passageiros/hora-pico considerou ocupação máxima de passageiros por aeronave e cada aeronave realizando operações de desembarque e embarque de passageiros na hora-pico. Os valores estão listados na Tabela 5

Tabela 5 – Capacidade de processamento da hidrobases

| Capacidade de processamento da hidrobases | |
|--|----|
| Posições de aeronaves acostadas na hora-pico | 3 |
| Passageiros/aeronave | 9 |
| Passageiros/hora-pico | 54 |

Elaborada pelo autor.

6.1.3 Hidropista

O cálculo do comprimento necessário da hidropista segue o procedimento descrito no item 4.2.1, onde é usado o comprimento básico de hidropista da aeronave de planejamento fornecido pelo fabricante, acrescido dos fatores de correção para temperatura e altitude.

A Tabela 6 informa os dados de entrada para o cálculo, assim como os fatores de correção para temperatura e altitude e o comprimento de hidropista calculado.

Tabela 6 – Cálculo do comprimento de hidropista

| Aeronave | |
|---|------------------------|
| Modelo | Cessna Caravan Anfíbio |
| Comprimento básico de hidropista (m) | 714 |
| Correção para altitude | |
| Altitude do local (m) | 0 |
| <i>Fator de correção de altitude</i> | 0 |
| Correção para temperatura | |
| Temperatura de referência (°C) | 28 |
| Temperatura padrão (°C) | 15 |
| <i>Fator de correção de temperatura</i> | 0,065 |
| Resultados | |
| <i>Fator de correção total</i> | 1,065 |
| Comprimento da hidropista (m) | 760 |

Elaborada pelo autor.

Portanto, o comprimento necessário para a operação da aeronave de projeto é 760 m. Quanto à profundidade e a largura da hidropista, adotaram-se os mínimos definidos pela AC 150/5395-1A (FAA, 2013), visto que não existem restrições no local escolhido, sendo 60 m de largura e 1,2 m de profundidade.

6.1.4 Superfícies de aproximação e decolagem

Para permitir movimentações de pouso e decolagens com segurança, o *Seaplanes Facilities* (USA, 1949) sugere que as superfícies sejam, quando possível, posicionadas sobre a água, a uma razão de 1:40 e que se estendam, no mínimo, a um quilômetro a partir da extremidade da hidropista. Também é recomendado que a largura final da superfície seja a largura da hidropista, acrescida de 300 m.

Portanto, para o projeto da hidrobases, considerou-se uma superfície iniciando nas duas extremidades da hidropista, com 60 m e com 1 km de extensão, resultando em uma largura final de 360 m e altura de 25 m.

6.1.5 Infraestrutura de acostagem e rampa

A determinação do tipo de infraestrutura de acostagem depende das características do local escolhido para a hidrobases. Visto que a variação do nível de água é menor que 45 cm, o leito possui composição arenosa e a costa tem inclinação moderada, optou-se por usar infraestrutura de acostagem fixa, do tipo píer.

Para atender à movimentação projetada, o píer deve comportar as três aeronaves de planejamento, Cessna Caravan Anfíbio, e uma embarcação destinada ao SESCINC. Com base no comprimento da aeronave e no afastamento requerido entre elas foi determinado um píer em formato “H”, com comprimento acostável de 44 m em cada lateral. Dessa forma é possível acostar duas aeronaves em uma lateral e uma aeronave e uma embarcação em outra lateral.

Em relação à rampa para acesso ao pátio de serviço e hangares, foi escolhida uma rampa do tipo fixa, com inclinação de 1:8, comprimento de 9 m e largura de 10 m. A largura da rampa levou em consideração o afastamento de 4,44 m entre os flutuadores, sendo acrescida uma margem de segurança para movimentações e uma passagem com 1,5 m de largura com revestimento antiderrapante para permitir a circulação de passageiros e funcionários, quando necessário.

6.1.6 Terminal de passageiros

O dimensionamento do terminal de passageiros foi estimado como descrito no item 4.4.1.1. Considerou-se nível Bom de serviço, onde oferece bom nível de conforto, fluxo normal e componentes equilibrados, e operações regionais. Os dados de entrada para o cálculo e a área total do terminal estão na Tabela 7.

Tabela 7 – Área do terminal de passageiros

| Terminal de passageiros | |
|---|------------|
| Passageiros/hora-pico | 54 |
| Nível de serviço | Bom |
| Tipo de aeroporto | Regional |
| Índice de dimensionamento (m ² /pax) | 12 |
| Área do terminal (m²) | 648 |

Elaborada pelo autor.

Logo, uma edificação com 648 m² de área foi planejada para comportar as instalações necessárias para o terminal, como saguão de embarque e desembarque, *check-in* e área comercial. Ressalta-se que, com o intuito de a hidrobases se tornar também um atrativo para visitantes, além da edificação para o terminal, uma área externa pública, com mirante para a área operacional do Lado Ar, foi considerada.

6.1.7 Pátio de serviço e estacionamento de aeronaves

Neste item é apresentado o cálculo da área necessária para o pátio de aeronaves, para que esse possibilite o estacionamento e movimentação de aeronaves. Diferente do pátio de um aeroporto, o pátio de uma hidrobases não precisa ser projetado para acomodar todas as aeronaves previstas para hora-pico, visto que a área de acostagem que possui essa função. Portanto, o número de vagas de paradas no pátio é definido conforme as necessidades previstas para a hidrobases.

A área do pátio de aeronave foi determinada de forma a respeitar os critérios de segurança, levando-se em consideração as dimensões da aeronave e a distância mínima entre aeronaves, entre aeronave e objetos. Com base nesses critérios, o autor estimou uma área de 792 m² (22 m x 36 m) por aeronave. Sendo assim, um pátio de 1.584 m² (44 m x 36 m), com capacidade para duas aeronaves Cessna Caravan Anfíbio, foi previsto para o estacionamento e manutenção de aeronaves.

6.1.8 Estacionamento de veículos

Conforme visto no item 4.4.6, os requisitos necessários para a implantação de um estacionamento de veículos em uma hidrobases são: acesso fácil e seguro às instalações da hidrobases e distancias de caminhadas não maiores que 60 m entre o estacionamento e o terminal. Em relação ao número de vagas, consta na AC nº 150/5395-1A como

sugestão uma vaga de estacionamento de veículo para cada hidroavião, uma para cada funcionário e vagas extras para visitantes e passageiros, ficando a critério do projetista a quantidade de vagas extras.

Desta forma, a estimativa da quantidade de vagas considerou uma vaga por passageiro/hora-pico em embarque e uma vaga por aeronave/hora-pico, além de vagas para funcionários e visitantes, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Estimativa de vagas de estacionamento

| Uso | Vagas |
|--------------------------------|-----------------|
| Passageiros/hora-pico embarque | 27 |
| Aeronave/hora-pico | 3 |
| Funcionários | 12 ¹ |
| Visitantes | 13 ² |
| Total de vagas | 55 |

Notas: ^[1]Foram estimados 4 funcionários por aeronave/hora-pico. ^[2]Foram estimados 0,5 visitantes por passageiros/hora-pico

Elaborada pelo autor.

Considerando-se 27 m² por vaga de estacionamento, como recomenda a Infraero (2014), serão necessários 1.485 m² de estacionamento de veículos para comportar as 55 vagas previstas.

6.2 LAYOUT DA HIDROBASE

A partir dos dimensionamentos elaborados no item anterior, este item ilustra os resultados obtidos, traduzindo as infraestruturas necessárias em *layouts*. Devido à diferença de escala, foram elaborados projetos conceituais independentes para as instalações do Lado Ar e instalações do Lado Terra e Área de Transição. Também foi feita a modelagem tridimensional do projeto, a fim de fornecer uma visão espacial da hidrobases.

6.2.1 Layout do Lado Ar

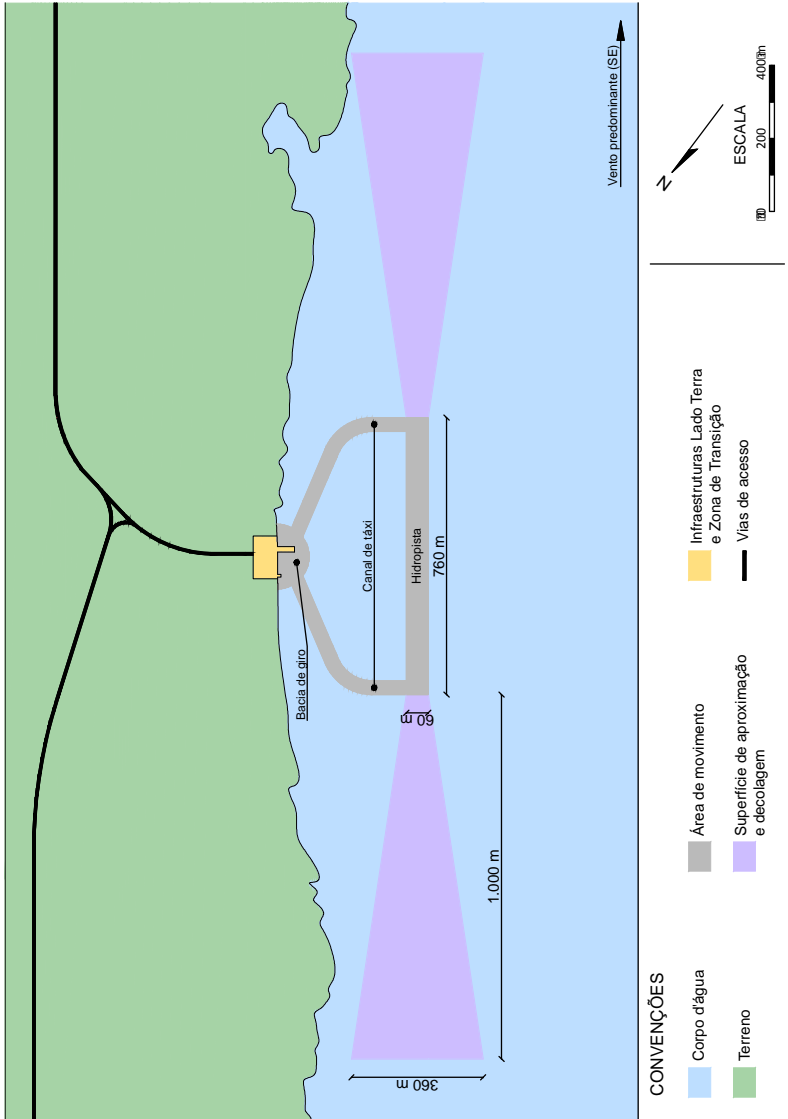


Figura 22 – Layout do Lado Ar
Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.2 Layout do Lado Terra e Área de Transição

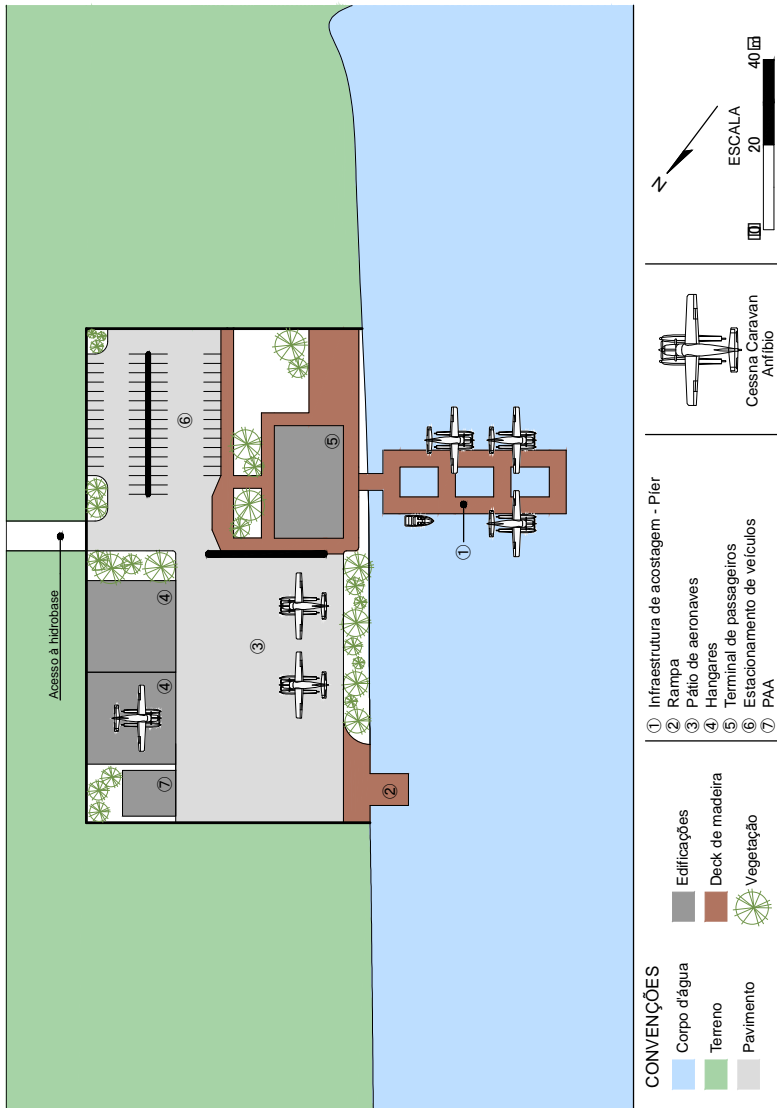


Figura 23 – Layout do Lado Terra e Área de Transição
Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.3 Modelagem tridimensional do projeto

A Figura 24 traz uma perspectiva onde pode ser percebido em primeiro plano o píer, seguido pelo terminal e à sua direita área de contemplação pública de decolagens e aterrissagens.



Figura 24 – Modelo tridimensional da hidrobase (Perspectiva 1)
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 25, o pátio de aeronaves, hangares, PAA e rampa de acesso podem ser identificados, à esquerda do terminal. Identifica-se também a separação entre a área pública e a operacional.

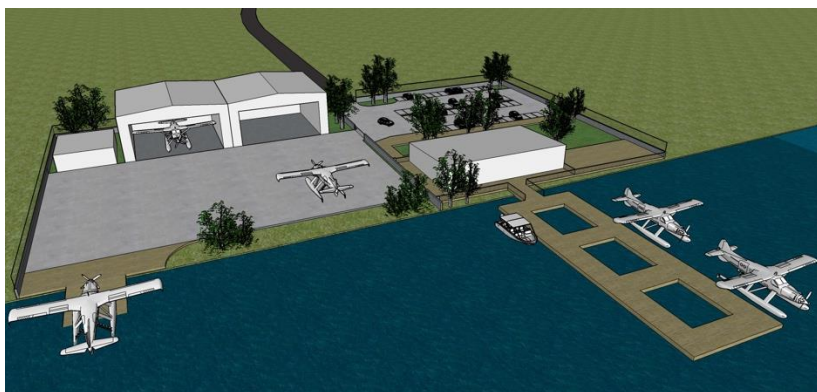


Figura 25 – Modelo tridimensional da hidrobase (Perspectiva 2)
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em primeiro plano, na Figura 26, encontra-se a área de estacionamento veículos. Ao fundo, destacado na cor roxa, está ilustrada uma das superfícies de aproximação e decolagem.



Figura 26 – Modelo tridimensional da hidrobase (Perspectiva 3)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, a Figura 27 traz uma visão geral das instalações da hidrobase, podendo ser observadas a bacia de giro e o início do canal de taxi.



Figura 27 – Modelo tridimensional da hidrobase (Perspectiva 4)

Fonte: Elaborado pelo autor.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo apresenta as considerações finais acerca do tema estudado, discorrendo sobre o objetivo proposto na introdução, o qual era a elaboração de um projeto conceitual de uma hidrobases, a partir do dimensionamento de sua infraestrutura baseando-se nos requisitos de projetos contidos em normas vigentes. Por fim, apresenta também sugestões para trabalhos futuros.

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Historicamente, a hidroaviação desempenhou um papel importante para o desenvolvimento da aviação que conhecemos hoje. Foi responsável por grandes avanços tecnológicos na área, principalmente durante as grandes guerras, quando mostrou sua importância militar. Além desta, mostrou-se também comercialmente importante no período entre guerras, realizando voos intercontinentais, transportando passageiros e cargas. O período pós-guerra representou um grande declínio em suas operações, frente às aeronaves de operação terrestre mais eficientes e rápidas. Todavia, os hidroaviões continuaram representando um importante meio de transporte para situações específicas.

Constatou-se que, atualmente, a hidroaviação tem diferentes atuações, que vão desde a aviação regular até o combate a incêndios. Contudo, essa não é a realidade brasileira. No Brasil, as explorações comerciais da hidroaviação são poucas, quase inexistentes, sendo os hidroaviões voltados principalmente para uso privado. Este é um reflexo direto das políticas externas durante os períodos de guerra, quando a implantação de aeroportos convencionais se tornou uma necessidade, dada a quantidade de aviões excedentes de guerra presentes no mercado nacional.

Comparadas a aeroportos, as hidrobases necessitam de menos instalações para operar, uma vez que as movimentações ocorrem na água, componentes como pista de pouso e decolagem e pista de táxi pavimentadas não são requeridas. Possui também a vantagem de poder ser implantada em regiões de difícil acesso, exigindo apenas um corpo de água que seja compatível com as operações da aeronave de projeto e uma área de acostagem.

Foram analisadas duas hidrobases que possuem movimentação regular de passageiros, em situações distintas, porém ambas com utilidade comercial. Com base nessas análises, percebeu-se a usabilidade

dos hidroaviões como meio de transporte regular. No Brasil, a hidroaviação poderia atuar de forma independente ou como apoio à aviação convencional.

Visto que o Brasil não possui regulamento voltado para o projeto de hidrobases e compreendido o cenário atual da hidroaviação no mundo e no Brasil, o presente trabalho elaborou um manual com diretrizes de projeto baseadas, principalmente, numa norma internacional importante da área, a AC nº 150/5395-1A. Foi feita uma análise crítica dos requisitos constantes nessa Circular, para que não houvesse conflito com as normas e regulamentos nacionais referentes à aviação. Da mesma maneira que foram adicionados requisitos constantes em outros documentos, para fornecer um documento mais completo e voltado para a realidade nacional.

Por fim, toda a pesquisa e estudo para o desenvolvimento do presente trabalho serviram de embasamento técnico para um exemplo de dimensionamento das instalações necessárias para uma hidrobases, subsidiando o objetivo final do trabalho, qual seja a elaboração do projeto conceitual de uma hidrobases. Desta forma, conclui-se que o resultado esperado para o trabalho foi alcançado.

7.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho tratou sobre o levantamento de requisitos para o projeto de hidrobases e elaborou um projeto conceitual. Tratando-se de um projeto conceitual, foram adotados pelo autor alguns requisitos inerentes à concepção do mesmo. Sendo assim, sugere-se a aplicação dos regulamentos aqui expostos na elaboração de um projeto de hidrobases.

Por ser um tema pouco explorado no cenário nacional, existem muitos outros trabalhos que podem ser elaborados, além da sugestão já mencionada, como: estudo de possíveis rotas de hidroaviação; análise de viabilidade econômica de uma hidrobases, a partir de custos de operação e implantação; elaboração de Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) e Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA); análise de impactos ambientais, entre outros.

REFERÊNCIAS

14 CFR 77.3 Code of Federal Regulations, Title 14 Aeronautics and Space, Chapter I, Subchapter E — Airspace, Part 77 Safe, Efficient Use, and Preservation of the Navigable Airspace, Subpart A — General, 77.3 Definitions, de 27 de outubro de 2014. Federal Aviation Administration, Department of Transportation, Washington, D.C. Disponível em <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=fa35b1737c1b833f1fb8a2f1b6fbf632&node=se14.2.77_13&rgn=div8>. Acesso em: 08 maio 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **O que é o Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE)?** 2016. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/faq/o-que-e-o-certificado-de-autorizacao-de-vo-experimental-cave>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

_____. **Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB)**, de março de 2018c. Disponível em: <www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aeronaves/rab/base_dados_rab.xlsx>. Acesso em: 14 jun. 2018.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 01** – Definições, regras de redação e unidades de medida para uso nos RBAC, de 14 de setembro de 2011. Disponível em: <<http://pergamum.anac.gov.br/arquivos/RBAC01EMD02.PDF>>. Acesso em: 03 maio 2018.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 153** – Aeródromos – Operação, Manutenção e Resposta à Emergência, de 22 fevereiro 2018a. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2018/8s1/anexo-i-rbac-no-153-emenda-no-02>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 154** – Projeto de Aeródromos, de 13 mar. 2018b. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-rbac/rbac/rbac-154-emd-01/@/@display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD03.pdf>. Acesso em: 08 maio 2018.

_____. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) nº 91**. Regras gerais de operação para aeronaves civis, de 20 de mar. 2003. Disponível em:
<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha/rbha-091/@@display-file/arquivo_norma/rbha091.pdf>.
Acesso em: 06 jun. 2018.

AIR SAFETY SUPPORT INTERNATIONAL (ASSI). **OVERSEAS TERRITORIES AVIATION REQUIREMENTS (OTARs)**: Part 139 - Certification of Aerodromes. 7 ed. Crawley, 2014. Disponível em:
<<http://www.airsafety.aero/Requirements-and-Policy/OTARs/Part-139-Certification-Of-Aerodromes.aspx>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

ASHFORD, N. J.; MUMAYIZ, S. A.; WRIGHT, P. H. **Airport Engineering: Planning, Design and Development of 21st Century Airports**. 4. ed. [S.l.]: Wiley, 2011. ISBN 9781118005477.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 9719**: Aeroportos - Parque de abastecimento de aeronaves. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 12647**: Indicador Visual de Condições do Vento de Superfície (Biruta) em Aeródromos ou Helipontos. Rio de Janeiro, 2013.

AIRPORT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (ACRP). **SYNTHESIS 61**: Practices in Preserving and Developing Public-Use Seaplane Bases. Washington, D.C.: The National Academies, 2015. Disponível em:
<<https://www.nap.edu/download/22148#>>. Acesso em: 07 abr. 2018

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Instrução de Aviação Civil (IAC 3513-91). **Orientação para Segurança de Aeronaves Anfíbias ou Hidroaviões em operação na água**. 2001. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/iac/iac-3513/@@display-file/arquivo_norma/IAC3513.pdf>.
Acesso em: 11 maio 2018.

_____. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria nº 957/GC3 – Zonas de Proteção de Aeródromos. Brasília, DF, 09 jul. 2015. Disponível em <<https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4178>>. Acesso em: 25 maio 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 23 dez. 1986. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm>. Acesso em: 06 jun. 2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 12.725, de 16 de outubro de 2012. Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 16 out. 2012. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12725.htm>. Acesso em: 16 mar. 2016.

CESSNA AIRCRAFT COMPANY. **Cessna Caravan**. 2018. Disponível em: <<http://cessna.txtav.com/en/turboprop/caravan>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

COLLINS, Patrick; FUNATSU, Yoshiyuki. COLLABORATION WITH AVIATION - THE KEY TO COMMERCIALISATION OF SPACE ACTIVITIES. **Acta Astronautica**, Grã-bretanha, v. 47, n. 2-9, p.635-646, 2000. Disponível em: <https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/library/documents/media/human_factors_maintenance/collaboration_with_aviation_-_the_key_to_commercialisation_of_space_activities.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2018.

DOCK BUILDERS SUPPLY. **Straight Aluminum Dock Cleats**. Disponível em: <<http://www.dockbuilders.com/dock-cleats.htm>>. Acesso em: 12 maio 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA (INFRAERO). **Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário**. Brasília, 2016.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). Department of Transportation. **Advisory Circular (AC) n° 120-57A**, de 19 de dezembro de 1996. Washington, D.C. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC%20120-57A.pdf>. Acesso em: 10 maio 2018.

_____. Department of Transportation. **Advisory Circular (AC) n° 150/5300-18B**, de 24 de fevereiro de 2014. Washington, D.C. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5300-18B-chg1-consolidated.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2018.

_____. Department of Transportation. **Advisory Circular (AC) n° 150/5345-12F**, de 24 de setembro de 2010. Washington, D.C. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5345_12f.pdf>. Acesso em: 27 maio 2018.

_____. Department of Transportation. **Advisory Circular (AC) n° 150/5395-1A**, de 08 de junho de 2013. Washington, D.C. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5395_1a.pdf>. Acesso em: 17 set. 2017.

_____. Department of Transportation. **Advisory Circular (AC) n° 150/5395-1B (draft)**, de 20 de junho de 2017. Washington, D.C. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/draft-150-5395-1B-Seaplane-Bases.pdf>. Acesso em: 08 maio 2018.

_____. Department of Transportation. **FAA-H-8083-23: Seaplane, Skiplane and Float/Ski Equipped Helicopter Operations Handbook**, 2004. Washington, D.C. Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/seaplane_handbook/>. Acesso em: 06 fev. 2018.

GEROLD, Adrian. **Nav Canada Towers—Big and Small**. 2003. Disponível em: <<http://www.aviationtoday.com/2003/02/01/nav-canada-towers-big-and-small/>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

GOOGLE EARTH. 2018. Disponível em:
<<https://www.google.com/earth/>>. Vários acessos.

GURTNER, Christian. **Quem inventou o avião, Dumont ou os Wright?** 2015. Disponível em: <<https://escribacafe.com/quem-inventou-o-avião-dumont-ou-os-wright-f5b42d2d2d38>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

HARBOUR AIR. **Corporate Information**. 2018. Disponível em:
<<https://www.harbourair.com/about/corporate-information/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

HARTZELL PROPELLER INC. **The History of Seaplanes**. Ohio, 2018. Disponível em: <<http://hartzellprop.com/history-of-seaplanes/>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

HULL, Norman. **Flying Boats of the Solent: A Portrait of a Golden Age of Air Travel (Aviation Heritage)**. Northamptonshire: Silver Link Publishing, 2002.

HORONJEFF, R. et al. **Planning & Design of Airports**. 5. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 2010.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). **Airport Development Reference Manual**. 10. ed. Genebra: IATA, 2014.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). Sample Regulations for Water Aerodromes, de março de 2015. Disponível em:
<<https://www.icao.int/safety/Implementation/Library/Sample%20Regulations%20for%20Water%20Aerodromes.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

KENMORE AIR. **Kenmore Air's History**. 2018. Disponível em:
<<https://www.kenmoreair.com/about-us/history/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

LAUX, Paulo. **90 ANOS DE AVIAÇÃO COMERCIAL BRASILEIRA: Uma História Ilustrada de Sucessos, Sonhos e Paixões**. Florianópolis: Ed. do Autor, 2016.

LINS DE BARROS, Henrique. **Santos Dumont e a Invenção do Avião**. Rio de Janeiro: CBPF, 2006.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Portos e Costas. **Normas da Autoridade Marítima para Amadores, Embarcações de Esporte e/ou Recreio e para Cadastramento e Funcionamento das Marinhas, Clubes e Entidades Desportivas Náuticas (NORMAM-03/DPC)**.

Disponível em:

<https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam03_1.pdf>.

Acesso em: 12 maio 2018.

MEDEIROS, Ana Glória Medeiros de. **UM MÉTODO PARA DIMENSIONAMENTO DE TERMINAIS DE PASSAGEIROS EM AEROPORTOS BRASILEIROS**. 2004. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2004. Disponível em:

<http://www.bd.bibl.ita.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=49>.

Acesso em: 15 jun. 2018.

MOHR, Benedikt; SCHÖMANN, Joachim. **Future Seaplane Traffic (FUSETRA): Seaplane Data Base**. Garching: Technische Universität München, 2011. Disponível em:

<http://www.fusetra.eu/documents/FUSETRA_D11_seaplane_data_base.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2018.

NICOLAOU, Stéphane. **Flying Boats & Seaplanes: A History from 1905**. Bideford: Bay View Books, 1998.

PETRESCU, Florian Ion; PETRESCU, Rely Victoria. **The Aviation History**. Norderstedt: BoD, 2012.

SERVICE TECHNIQUE DES BASES AÉRIENNES (STBA) – **Les Aérobares, Éléments de Conception et de Dimensionnement des Aérobares Passagers**. Paris, 1983.

SHARP, Tim. **The Greatest Moments in Flight: World's First Commercial Airline**. 2018. Disponível em:

<<https://www.space.com/16657-worlds-first-commercial-airline-the-greatest-moments-in-flight.html>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

STATISTICS CANADA. **Aircraft movements, by civil and military movements, for airports with NAV CANADA towers, annual.**

Atualizado em: 08 jun. 2018. Disponível em:

<<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=2310001901&pickMembers%5B0%5D=2.38>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

THE BLACKSTONE GROUP. **Blackstone Announces Acquisition of a Majority Stake in Maldivian Air Taxi and Trans Maldivian Airways.** 2013. Disponível em:

<<https://www.blackstone.com/media/press-releases/article/blackstone-announces-acquisition-of-a-majority-stake-in-maldivian-air-taxi-and-trans-maldivian-airways>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

TRANS MALDIVIAN AIRWAYS (TMA). **The History of Trans Maldivian Airways.** 2018a. Disponível em:

<<http://www.transmaldivian.com/history/>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

_____. **The Trans Maldivian Airways Terminal.** 2018b. Disponível em: <<http://www.transmaldivian.com/trans-maldivian-airways-terminal/>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

_____. **TMA in Brief.** 2018c. Disponível em:

<<http://www.transmaldivian.com/tma-brief/>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

_____. **Trans Maldivian Airways Terminal.** 2013. Disponível em:

<http://www.transmaldivian.com/img_8701/>. Acesso em: 01 jun. 2018.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). U. S. Department of Commerce. **SEAPLANES FACILITIES.** Washington, D.C., 1949.

Disponível em:

<<https://wspa.wildapricot.org/resources/FAA%20GOVT%20DOCS/US%20Dept%20Of%20Commerce%20SeaplaneFacilities.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

VANCOUVER HARBOUR FLIGHT CENTRE (VHFC). 2018.

Disponível em: <<https://vhfc.ca>>. Vários acessos.

VANCOUVER SUN. **Vancouver Harbour Air Control Tower.** 2013. Disponível em:

<<http://www.vancouver.sun.com/Vancouver+Harbour+Control+Tower/8047349/story.html>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

WORLD TRAVEL AWARD (WTA). **World's Leading Seaplane Operator 2017**. 2017. Disponível em: <<https://www.worldtravelawards.com/award-worlds-leading-seaplane-operator-2017>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

