

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Gustavo Petinon**

**PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS PARA MONTAGEM  
AMADORA DE AERONAVES EXPERIMENTAIS**

**Taubaté - SP**

**2016**

**Gustavo Petinon**

**PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS PARA MONTAGEM  
AMADORA DE AERONAVES EXPERIMENTAIS**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista em Engenharia Aeronáutica pelo Departamento de Engenharia da Universidade de Taubaté.

Orientadora: Prof. Esp. Amanda A. dos Santos

**Taubaté - SP**

**2016**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado  
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

P487p      Petinon, Gustavo  
              Proposta de boas práticas para montagem amadora de  
              aeronaves experimentais. / Gustavo Petinon - 2016.

              75f. : il; 30 cm.

              Monografia (Especialização em Engenharia Aeronáutica)  
              – Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia  
              Mecânica e Elétrica, 2016  
              Orientador: Profa. Esp. Amanda Almeida dos Santos.  
              Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.

              1. Aeronaves. 2. Montagem. 3. Documentação. 4.  
              Práticas. I. Título.

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**GUSTAVO PETINON**

**PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS PARA MONTAGEM**  
**AMADORA DE AERONAVES EXPERIMENTAIS**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista em Engenharia Aeronáutica pelo Departamento de Engenharia da Universidade de Taubaté.

Orientadora: Prof. Esp. Amanda A. dos Santos

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

Resultado: \_\_\_\_\_.

**Banca Examinadora**

**Universidade**

Prof. Dr. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia

Universidade De Taubaté

Assinatura: \_\_\_\_\_.

Prof. Esp. Amanda Almeida dos Santos

Universidade De Taubaté

Assinatura: \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

Assinatura: \_\_\_\_\_.

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que anonimamente, no dia a dia, superam adversidades e suas próprias limitações, assim como, dedico a todos meus professores pelos ensinamentos, ao Caio Jordão pela confiança, apoio e conhecimento diário adquirido e também a minha família pela confiança e incentivo aos estudos em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, ao meu pai, a minha mãe e minha futura esposa que sempre me apoiaram e incentivaram aos estudos, e principalmente pela compreensão durante meu tempo ausente devido a este trabalho.

Agradeço a todos os professores pelos ensinamentos, paciência e dedicação, dos quais, foram fundamentais para o nosso crescimento profissional e pessoal.

Agradeço especialmente ao Prof.<sup>a</sup> Amanda Almeida dos Santos pela sua orientação e a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para a concretização deste trabalho.

## Resumo

Ao longo dos anos, o número de aeronaves leves e ultraleves construídas por amadores (provenientes de *kits* ou mesmo novos projetos) aumentaram muito. Do ponto de vista financeiro, os *kits* para montagem amadora tornaram-se muito competitivos, e para os apaixonados por aviação ter uma aeronave própria tornou-se mais acessível. O que implicou em manutenções precárias e negligenciadas, acidentes por irresponsabilidade ou por falta de treinamento. Para amenizar estes problemas, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), implantou e vem aprimorando regulamentos e procedimentos que visam controlar e atender a todas as montagens realizadas no território brasileiro. Da mesma forma, os fabricantes dos *kits* e grupos de aviadores também cooperam com a segurança técnica e operacional, viabilizando a rastreabilidade das montagens e a correta operação destas aeronaves. Neste contexto de inserção de tantos procedimentos e normas, este trabalho tem como objetivo apresentar boas práticas para a montagem amadora de aeronaves e orientar sobre os passos necessários para adquirir toda a documentação necessária para obtenção do certificado de aeronavegabilidade da aeronave.

**Palavras chave:** aeronaves, montagem, documentação e práticas.

## **Abstract**

Over the years, the number of light and ultra-light aircraft built by amateurs (from kits or even new designs) increased significantly. From a financial point of view, the kits for amateur assembly have become very competitive, and for lovers of aviation have its own aircraft became more accessible. What resulted in poor and neglected maintenance, accidents irresponsibility or lack of training. To alleviate these problems, the National Civil Aviation Agency - ANAC in Brazil, established, and has been improving regulations and procedures to control and attend to all assemblies made in Brazil. Similarly, manufacturers of kits and airmen groups also cooperate with the technical and operational security, enabling the traceability of assembly and the correct operation of these aircraft. In this context the inclusion of so many procedures and standards, this work have main objective to present best practices for amateur aircraft assembly and guide on the steps necessary to get all the necessary documentation for obtaining the aircraft airworthiness certificate.

**Keywords:** aircraft, assembly, documentation and practices.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Motor Volkswagen VW. Aplicado em aeronave experimental_1.....	18
Figura 2 - Motor Volkswagen VW. Aplicado em aeronave experimental_2.....	18
Figura 3 - MICROLEVE SUPER ML-300 MF com Motor Volkswagen – VW_1.....	18
Figura 4 - MICROLEVE SUPER ML-300 MF com Motor Volkswagen – VW_2.....	18
Figura 5 - Motor Certificado - ROTAX 915 iS - 135 hp.....	20
Figura 6 - Montagem de <i>Kit</i> na Garagem.....	33
Figura 7 - <i>Kit</i> de Ferramentas.....	34
Figura 8 - Aeronave RV-7 a Frente em Partes e ao Fundo um RV-7 Finalizado.....	39
Figura 9 - Família Envolvida no Projeto.....	40
Figura 10 - Especificações RV-10.....	42
Figura 11 - Dimensões RV-10.....	43
Figura 12 - Caixas do <i>Kit</i> _1.....	43
Figura 13 - Caixas do <i>Kit</i> _2.....	43
Figura 14 - Caixas Contendo as Peças da Aeronave_1.....	44
Figura 15 - Caixas Contendo as Peças da Aeronave_2.....	44
Figura 16 - Organização do <i>Kit</i> _1.....	44
Figura 17 - Organização do <i>Kit</i> _2.....	44
Figura 18 - Manual e Literatura para Montagem Original do <i>Kit</i> .....	45
Figura 19 - Boas Práticas Rebitagem e Alívio de Trincas_1.....	46
Figura 20 - Boas Práticas Rebitagem e Alívio de Trincas_2.....	46
Figura 21 - Boas Práticas Frenos e Cabos_3.....	46
Figura 22 - Boas Práticas Frenos e Cabos_4.....	46
Figura 23 - Boas Práticas Reparos em Hélices de Alumínio_5.....	47
Figura 24 - Boas Práticas Posicionamento de Mangueiras_6.....	47
Figura 25 - Boas Práticas Passagem de Fios_7.....	47
Figura 26 - Montagem Asas_1.....	47
Figura 27 - Montagem Asas_2.....	47
Figura 28 - Montagem Asas_3.....	48
Figura 29 - Montagem Asas_4.....	48
Figura 30 - Montagem Asas_5.....	48
Figura 31 - Montagem Asas_6.....	48

Figura 32 - Montagem Asas_7.....	48
Figura 33 - Montagem Asas_8.....	48
Figura 34 - Montagem Asas_9.....	49
Figura 35 - Montagem Asas_10.....	49
Figura 36 - Montagem Asas_11.....	49
Figura 37 - Montagem Asas_12.....	49
Figura 38 - Montagem Flap_1.....	50
Figura 39 - Montagem Flap_2.....	50
Figura 40 - Montagem Aileron_1.....	50
Figura 41 - Montagem Aileron_2.....	50
Figura 42 - Montagem Profundores_1.....	51
Figura 43 - Montagem Profundores_2.....	51
Figura 44 - Montagem Profundores_3.....	51
Figura 45 - Montagem Profundores_4.....	51
Figura 46 - Montagem Estabilizador Horizontal_1.....	51
Figura 47 - Montagem Estabilizador Horizontal_2.....	51
Figura 48 - Montagem Compensador Profundor_1.....	52
Figura 49 - Montagem Compensador Profundor_2.....	52
Figura 50 - Montagem Compensador Profundor_3.....	52
Figura 51 - Montagem Compensador Profundor_4.....	52
Figura 52 - Montagem Estabilizador Vertical_1.....	53
Figura 53 - Montagem Estabilizador Vertical_2.....	53
Figura 54 - Montagem Estabilizador Vertical_3.....	53
Figura 55 - Montagem do Leme_1.....	53
Figura 56 - Montagem do Leme_2.....	54
Figura 57 - Montagem do Leme_3.....	54
Figura 58 - Montagem da Fuselagem_1.....	54
Figura 59 - Montagem da Fuselagem_2.....	54
Figura 60 - Montagem da Fuselagem_3.....	54
Figura 61 - Montagem da Fuselagem_4.....	54
Figura 62 - Montagem da Fuselagem_5.....	55
Figura 63 - Montagem da Fuselagem_6.....	55
Figura 64 - Montagem da Fuselagem_7.....	55

Figura 65 - Montagem da Fuselagem_8.....	55
Figura 66 - Montagem da Fuselagem_9.....	55
Figura 67 - Montagem da Fuselagem_10.....	55
Figura 68 - Montagem da Fuselagem_11.....	56
Figura 69 - Montagem da Fuselagem_12.....	56
Figura 70 - Montagem da Fuselagem_13.....	56
Figura 71 - Montagem da Fuselagem_14.....	56
Figura 72 - Montagem da Tapeçaria_1.....	56
Figura 73 - Montagem da Tapeçaria_2.....	56
Figura 74 - Montagem da Tapeçaria_3.....	57
Figura 75 - Montagem da Tapeçaria_4.....	57
Figura 76 - Montagem do Painel_1.....	57
Figura 77 - Montagem do Painel_2.....	57
Figura 78 - Montagem do Painel_3.....	57
Figura 79 - Instalação do Motor e Hélice_1.....	58
Figura 80 - Instalação do Motor e Hélice_2.....	58
Figura 81 - Pintura da Aeronave_1.....	58
Figura 82 - Pintura da Aeronave_2.....	58
Figura 83 - Pintura da Aeronave_3.....	58
Figura 84 - Aeronaves Prontas_1.....	59
Figura 85 - Aeronaves Prontas_2.....	59
Figura 86 - Tela da ANAC - Processo de Construção Amadora de Aeronaves (H.03).....	63
Figura 87 - Acompanhe seu Protocolo.....	66
Figura 88 - Consulta a tela do RAB.....	67
Figura 89 - Star Fox V5 Tanden.....	68
Figura 90 - Aeronave Stol.....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de Ferramentas Recomendadas pela <i>Van's Aircraft</i> – 1.....	35
Tabela 2 - Lista de Ferramentas Recomendadas pela <i>Van's Aircraft</i> – 2.....	35
Tabela 3 - Lista de Ferramentas Recomendadas pela <i>Van's Aircraft</i> – 3.....	35
Tabela 4 - Lista de Ferramentas Recomendadas pela <i>Van's Aircraft</i> – 4.....	36
Tabela 5 - Lista de Ferramentas Recomendadas pela <i>Van's Aircraft</i> – 5.....	36
Tabela 6 - Lista de Ferramentas Recomendadas pela <i>Van's Aircraft</i> – 6.....	37
Tabela 7 - Lista de Ferramentas Recomendadas pela <i>Van's Aircraft</i> – 7.....	38
Tabela 8 - Custos Aproximados de um RV-10.....	69

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Aeronaves Registradas no RAB em 2013 / Adesão ao iRB2020.....	22
Gráfico 2 - Modelos de Aeronaves Registrados no RAB em 2013.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABRAEX</b>	Associação Brasileira de Aviação Experimental
<b>ABRAFAL</b>	Associação Brasileira de Fabricantes de Aeronaves Leves
<b>ABUL</b>	Associação Brasileira de Ultraleves
<b>AC</b>	<i>Advisory Circular</i> – Documento da <i>Federal Aviation Administration</i> - FAA
<b>ALE</b>	Aeronave Leve Esportiva
<b>ANAC</b>	Agência Nacional de Aviação Civil
<b>ANATEL</b>	Agência Nacional de Telecomunicações
<b>ART</b>	Anotação de Responsabilidade Técnica
<b>ASTM</b>	<i>American Society for Testing and Materials</i>
<b>CAFC</b>	Certificado de Autorização de Fabricação de Conjuntos
<b>CAS</b>	<i>Calibrated Airspeed</i> (igual a TAS no nível do mar na atmosfera padrão)
<b>CAV</b>	Certificados de Autorização de Voo
<b>CAVE</b>	Certificados de Autorização de Voo Experimental
<b>CC</b>	Cilindradas Cúbicas
<b>CENIPA</b>	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
<b>CME</b>	Certificados de Marca Experimental
<b>CM</b>	Centímetro
<b>CREA</b>	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
<b>DAC</b>	Departamento de Aviação Civil
<b>EAC</b>	Equipe de avaliação de conjunto
<b>EASA</b>	<i>European Aviation Safety Agency</i>
<b>ELT</b>	<i>Emergency Locator Transmitter</i>
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>FAA</b>	<i>Federal Aviation Administration</i>
<b>FISTEL</b>	Fundo de Fiscalização de Telecomunicação
<b>GGCP</b>	Gerência Geral de Certificação de Produto Aeronáutico
<b>GRU</b>	Guia de Recolhimento da União
<b>HP</b>	<i>Horse Power</i>
<b>IAM</b>	Inspeção Anual de Manutenção
<b>ICAO</b>	<i>International Civil Aviation Organization</i>
<b>IFR</b>	<i>Instrument Flight Rules</i>

<b>IS</b>	Instrução Suplementar
<b>KG</b>	Quilograma
<b>KPA</b>	Quilo Pascal - Unidade Padrão de Pressão e Tensão no Sistema Internacional de Unidades (SI)
<b>KT</b>	Nó (Unidade de Velocidade Equivalente a uma Milha Náutica por Hora)
<b>LSA</b>	<i>Light Sport Aircraft</i>
<b>LL</b>	<i>Low Lead</i> (Gasolina de Aviação Baixo Chumbo)
<b>NASA</b>	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
<b>PCA</b>	Profissional Credenciado da ANAC
<b>PSI</b>	<i>Pound Force per Square Inch</i> – Libra Força por Polegada Quadrada
<b>RAB</b>	Registro Aeronáutico Brasileiro
<b>RBAC</b>	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
<b>RBHA</b>	Brasileiros de Homologação Aeronáutica
<b>RETA</b>	Responsabilidade do Explorador ou Transportador Aéreo
<b>RIAM</b>	Relatório de Inspeção Anual de Manutenção
<b>RV</b>	Modelo de Aeronave - Sigla de <b>Richard VanGrunsven</b> - <b>RV</b>
<b>SAR</b>	Superintendência de Aeronavegabilidade
<b>VFR</b>	<i>Visual Flight Rules</i>
<b>VH</b>	Velocidade Horizontal - (Máxima em Voo Nivelado com Potência Máxima)
<b>VNE</b>	Velocidade Nunca Exceder
<b>VS1</b>	Velocidade Mínima em Voo Estabilizado (Velocidade de <i>Stall</i> )
<b>VTI</b>	Vistoria Técnica Inicial
<b>VW</b>	Volkswagem
<b>TAS</b>	<i>True Airspeed</i>
<b>TFAC</b>	Taxa de Fiscalização da Aviação Civil

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1.	TEMA .....	16
1.2.	OBJETIVOS .....	16
1.3.	JUSTIFICATIVA.....	17
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	17
2.1.	A FABRICAÇÃO DE AERONAVES EXPERIMENTAIS NO MUNDO.....	17
2.2.	INDÚSTRIA AERONÁUTICA BRASILEIRA - PROGRAMA IBR2020.....	20
2.2.1.	EMPRESAS QUE ENTRARAM NO PROGRAMA iBR2020 .....	22
2.3.	REGULAMENTOS BRASILEIROS VIGENTES .....	23
2.3.1.	RBHA 103A - VEÍCULOS ULTRALEVES .....	23
2.3.1.1.	FABRICAÇÃO E MONTAGEM .....	24
2.3.2.	INSTRUÇÃO SUPLEMENTAR - IS 21.191-001A .....	24
2.3.2.1.	DEFINIÇÕES.....	24
2.3.2.2.	DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO.....	28
2.4.	PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE AERONAVES EXPERIMENTAIS E HOMOLOGADAS.....	29
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	31
3.1.	ESCOLHA DO MODELO APROPRIADO DE AERONAVE.....	31
3.1.1.	PRÁTICAS PARA A ESCOLHA DA AERONAVE.....	31
3.2.	ESPAÇO, FERRAMENTAL, CONHECIMENTO E TEMPO .....	32
3.2.1.	ESPAÇO .....	32
3.2.2.	FERRAMENTAL .....	33
3.2.3.	TEMPO DISPONÍVEL.....	38
3.2.4.	CONHECIMENTO .....	40
3.3.	MONTAGEM DE UMA AERONAVE EXPERIMENTAL.....	41
3.3.1.	ETAPAS PARA MONTAGEM DE UM RV-10 .....	41
3.4.	PRÁTICAS COMPLEMENTARES SEGUNDO - IS 21.191-001A .....	59

<b>3.4.1. PROJETO E CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>3.5. DOCUMENTAÇÃO DAS AERONAVES EXPERIMENTAIS</b> .....	<b>62</b>
<b>3.5.1. PROCEDIMENTO PARA ABERTURA DO PROCESSO H.03 PARA CONSTRUÇÃO AMADORA - ANAC</b> .....	<b>62</b>
<b>3.6. VISTORIA FINAL</b> .....	<b>64</b>
<b>3.6.1. VTI - VISTORIA TÉCNICA INICIAL</b> .....	<b>64</b>
<b>4. RESULTADOS ESPERADOS</b> .....	<b>67</b>
<b>4.1. CUSTO FINAL DA CONTRUÇÃO AMADORA X AERONAVE INDÚSTRIALIZADA</b> .....	<b>67</b>
<b>4.2. CUSTO PARA MANTER A AERONAVE</b> .....	<b>70</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>72</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>73</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, muitos apaixonados pela aviação optam não somente por ter uma aeronave, mas também por construí-la. A princípio parece ser loucura, porém, para algumas pessoas esta atividade trata-se de um passa tempo relativamente fácil, prazeroso além de muito interessante.

Alguns cuidados devem ser tomados em relação à montagem de uma aeronave, seja ela qual for: o interessado deve possuir conhecimentos básicos necessários para a realização de cada tarefa, além de contar com o acompanhamento de um profissional credenciado e qualificado, no caso, um Engenheiro Aeronáutico.

Com um custo relativamente mais baixo se comparado a uma aeronave homologada, os *kits* de aeronaves experimentais ganharam espaço no mercado mundial e nacional. Aqui no Brasil, as aeronaves passaram inclusive a serem produzidas em série por empresas especializadas, com permissão da ANAC (conforme regulamento RBHA 103A). No entanto, esta modalidade de Aeronaves “Experimentais” está restrita a uso próprio sem fins lucrativos, sendo vetada sua exploração comercial e o voo nestes equipamentos é por conta e risco dos proprietários.

### 1.1. TEMA

O tema “**Proposta de Boas Práticas para Montagem Amadora de Aeronaves Experimentais**” tem como objetivo mostrar boas práticas de montagem e critérios a serem considerados na escolha de qual aeronave montar, visando como resultado a obtenção de um produto final aeronavegável.

### 1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal, apresentar boas práticas para futuros ou até mesmo atuais proprietários de kits de aeronaves experimentais, classificados como construção amadora, visando identificar as possíveis dificuldades que poderão ser encontradas durante a montagem, indicar o ferramental mínimo necessário, ajudar na diminuição da emissão de ruídos durante o processo, orientar quanto ao espaço adequado para montagem e pintura da aeronave, descrever os passos para obtenção da documentação para homologação e aquisição dos certificados de autorização de voo e marca experimental (CAV e CME).

Como objetivo específico, através de um objeto de estudo, demonstrar o passo-a-passo de uma montagem segura e satisfatória, indicar grupos de montagem que podem solucionar dúvidas, além de divulgar de boas práticas já utilizadas e dar uma referencia quanto ao custo em se construir e manter uma aeronave.

Serão abordados assuntos como: dúvidas frequentes, sugestões, recursos e cuidados mínimos. A orientação aos interessados será realizada através da demonstração de regulamentos e normas vigentes.

### **1.3. JUSTIFICATIVA**

De modo geral o tema proposto visa compartilhar o conhecimento do autor obtido ao longo dos anos de trabalho com aeronaves amadoras e sugerir métodos para o aprimoramento das montagens, visto que, devido a complexidade alguns projetos necessitam de um acompanhamento mais rigoroso. Desta forma, novos construtores podem se orientar e se preparar adequadamente para a montagem de uma aeronave em sua residência.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. A FABRICAÇÃO DE AERONAVES EXPERIMENTAIS NO MUNDO**

A montagem de aeronaves experimentais trata-se de uma atividade muito praticada, principalmente dos Estados Unidos. As montagens realizadas neste país intensificaram-se nos anos 80, com o surgimento de girocopteros e ultraleves básicos motorizados. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

O início da construção das aeronaves consideradas “simples” tiveram como base os regulamentos da ICAO (*International Civil Aviation Organization*). No Brasil, estes regulamentos eram regidos pelo DAC (Departamento de Aviação Civil) - agência brasileira da época - que tinha como objetivo estudar, orientar, planejar, controlar, incentivar e apoiar as atividades da aviação civil, pública e privada. Naquela época pioneira, vários amadores se arriscaram na construção de suas próprias aeronaves, por meio de *kits* importados ou mesmo com projetos próprios e materiais improvisados. Foi aí que os problemas começaram. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

Nesta época os construtores utilizavam motores adaptados, alguns provenientes do modelo Volkswagen - VW, que equipa carros como Kombi, Fusca e Brasília, porém, com potência aumentada, através do uso de turbos ou carburadores mais sofisticados, no entanto, sem a realização de testes básicos como ensaios de funcionamento ou testes de resistência. A aplicação destes motores, como pode ser visto nas **Figuras 1 e 2**, eram compatíveis à situação e aos recursos financeiros de seus proprietários. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).



**Figura 1 e 2:** Motores Volkswagen VW Aplicados em Aeronaves Experimentais.

(**Fonte:** <http://www.abul.com.br> - Acessado em: 20/05/2016)

Há registros de motores que foram construídos a partir de blocos adquiridos em ferrovelho, assim como seus acessórios, em poucas horas a vibração e os esforços típicos do voo se encarregaram de provar que os processos de certificação tinham fundamento e que este tipo de equipamento não deveria ter sua aplicação autorizada. As **Figuras 3 e 4** mostram a aeronave MICROLEVE SUPER ML-300 MF, uma aeronave típica da época que ainda hoje é encontrada em pequenos aeroclubes e equipadas com o motor VW 1.8 CC - Cilindradas Cúbicas (cm<sup>3</sup>). (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).



**Figura 3 e 4:** MICROLEVE SUPER ML-300 MF com Motor Volkswagen - VW\_1 e 2.

(**Fonte:** [http://www.geocities.ws/elber\\_pereira/ML300/fotos/motor1.JPG](http://www.geocities.ws/elber_pereira/ML300/fotos/motor1.JPG) - Acessado em: 21/05/2016)

Houve casos de profissionais serralheiros, ou outros, com habilidade para tal atividade, que decidiram produzir pequenas aeronaves utilizando a lógica aplicada às estruturas de outras aeronaves, porém aplicando materiais inadequados e pesados, pouco flexíveis e vulneráveis trincas e fadigas precoce. Houve ainda, relatos nos quais parafusos atados com porcas, não certificados, que se soltavam em voo, ou seja, não havia critérios de funcionamento e segurança para as construções realizadas na época. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

Assim, a atividade aerodesportiva ficou conhecida como perigosa e com a comercialização dessas aeronaves ficou evidente a necessidade de aplicação de normas aqui no Brasil, pois muitos novos entrantes sem capacidades mínimas de construir uma aeronave desejavam ingressar na aviação. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

O crescimento do mercado começou a dar sinais positivos ao final dos anos 80 com o surgimento das **Associações e Grupos** que até hoje ajudam a divulgar regras de operação impostas pelos órgãos regulamentadores (ANAC). A **ABUL** (Associação Brasileira de Ultraleves), **ABRAEX** (Associação Brasileira de Aviação Experimental) e a mais recente a **ABRAFAL** (Associação Brasileira de Fabricantes de Aeronaves Leves) compõem os principais estes grupos e associações. Além destes, ainda existem sites na internet criados por proprietários de *kits* disponíveis para consulta. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

Outro fator positivo que alavancou a aviação experimental foi a saudável competição entre fabricantes, que procuraram oferecer aeronaves de melhor qualidade recorrendo a *kits*, motores, hélices, materiais e instrumentos mais confiáveis para montar e vender as aeronaves prontas. A maioria destes componentes oriundos dos Estados Unidos e alguns países da Europa, locais onde a aviação experimental é mais forte. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

Atualmente, a ROTAX (empresa austríaca) desenvolveu motores que podem ser considerados um marco na indústria de experimentais. Os motores da ROTAX são amplamente utilizados nas aeronaves brasileiras por serem leves, confiáveis e duradouros em atividade contínua ou inatividade, além de consumir pouco combustível (Avgas - 100 LL) e são encontrados nas versões de 135 hp, 115 hp e 100 hp e 80 hp. A **Figura 5** mostra o modelo Rotax 915 iS - 135 hp. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).



**Figura 5:** Motor Certificado - ROTAX 915 iS - 135 hp

(**Fonte:** [www.brp.com/en-us/engines/rotax-aircraft-engines](http://www.brp.com/en-us/engines/rotax-aircraft-engines) - Acesso em: 22/05/2016)

Nos Estados Unidos, foram estabelecidas regras para construção e operação de pequenas aeronaves particulares, chamadas *Light Sport Aircraft* (LSA), assim não demorou muito para que os Europeus percebessem a oportunidade. As indústrias de aeronaves leves europeias adotaram os regulamentos e iniciaram a produção de modelos seguros, econômicos e principalmente mais baratos que os norte-americanos. Atualmente, nas grandes feiras de aviação e demonstrações de novas tecnologias, realizada nos Estados Unidos, os projetos Europeus lideram. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

Atualmente, na frota brasileira há uma grande quantidade de projetos ou *kits* europeus, porém, a empresa Norte-Americana Vans Aircraft produz uns dos modelos de kits mais vendidos no Brasil e no mundo o modelo RV. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

## **2.2. INDÚSTRIA AERONÁUTICA BRASILEIRA - PROGRAMA IBR2020**

A indústria aeronáutica brasileira teve diversas iniciativas na fabricação de aviões de pequeno porte durante a história, sendo duas as principais indústrias, a Companhia Aeronáutica Paulista, Aeromot e a Neiva. Dentre os modelos mais comercializados, podemos citar o “Paulistinha” (CAP-4 e 56 series), Carioca, Minuano e Corisco. Essa industrialização foi então interrompida nos anos 2000. (**Fonte:** iBR2020 - ANAC).

Desde então, o mercado brasileiro deixou de fabricar, sendo que esse vácuo, ao longo da década de 2000, acabou sendo ocupado pela indústria de aeronaves experimentais,

montadas a partir de *Kits* de **construção amadora**, que havia surgido após uma flexibilização do então extinto Departamento de Aviação Civil - DAC em meados da década de 1990. A indústria de aviação experimental passou por um processo de ajustes regulamentares a partir de 2008, com o principal objetivo de regularizar a categoria. (**Fonte:** iBR2020 - ANAC).

Esse processo de ajustes trouxe a implantação da categoria leve esportiva, a qual, contém uma etapa relacionada com as Aeronaves Leves Esportivas (ALE), onde se esperava que essa indústria conseguisse migrar para a aviação de tipo certificado. Entretanto, além dos custos com a homologação de uma aeronave, essa indústria encontrou uma grande barreira, que era a carência de profissionais no mercado com conhecimento em certificação de projetos de aeronaves, basicamente decorrente do alto nível de especialização necessário. (**Fonte:** iBR2020 - ANAC).

Nesta mesma época (2008) em âmbito internacional, iniciou-se um movimento no sentido de buscar incremento com a redução nos custos de certificação. Essa iniciativa internacional, que tem tido contribuição da ANAC, está sendo liderada pela *Federal Aviation Administration* - FAA e pela *European Aviation Safety Agency* - EASA e sua entrada em vigor está prevista para 2016. (**Fonte:** iBR2020 - ANAC).

O Programa **iBR2020** é uma iniciativa da ANAC que objetiva reduzir os custos de certificação, além de mecanismos governamentais de fomento à cadeia produtiva nacional, além de oferecer recursos a capacidade da indústria aeronáutica nacional de desenvolver projetos de aeronaves de pequeno porte que tenham mais condições de terem sucesso quando submetidos a uma certificação de tipo. (**Fonte:** iBR2020 - ANAC).

As regras primárias para usufruir do programa são os modelos de aeronaves que satisfaçam a todas as seguintes características abaixo:

- Avião monomotor a pistão;
- Peso Máximo de Decolagem (PMD): entre 751 e 1750 kgf;
- Velocidade de estol ( $V_{so}$ ): menor ou igual a 61 nós;
- Capacidade de ocupação: de 2 a 5 lugares, incluindo o piloto;
- Cabine não pressurizada.

O programa durará até 31 de dezembro de 2020, prazo final para obtenção do certificado de tipo, sendo que a comprovação do cumprimento das tarefas impostas deverá ser encaminhada ao setor regimentalmente responsável pela certificação de tipo na ANAC, a

Gerência Geral de Certificação de Produto Aeronáutico - GGCP da Superintendência de Aeronavegabilidade - SAR. (Fonte: Programa de Fomento à Certificação de Projetos de Aviões de Pequeno Porte - iBR2020 - ANAC).

### 2.2.1. EMPRESAS QUE ENTRARAM NO PROGRAMA iBR2020

No início de 2014 iniciou-se o Programa de Fomento iBR2020, logo as empresas aderiram ao programa, a princípio para ganharem isenção para continuarem fabricando as aeronaves provenientes de *Kits* e em seguida apresentarem seus projetos para certificação.

Para início da criação do iBR2020, foi realizado uma pesquisa com base nos dados do RAB - Registro Aeronáutico Brasileiro, no qual, foi possível observar a crescente produção de aeronaves no Brasil, assim como, quais modelos se destacaram. Através do **Gráfico 1** é possível observar as 20 indústrias mundiais que mais registraram aeronaves no Brasil em 2013, bem como, circuladas em vermelho, as que aderiram ao iBR2020. (Fonte: iBR2020 - ANAC).

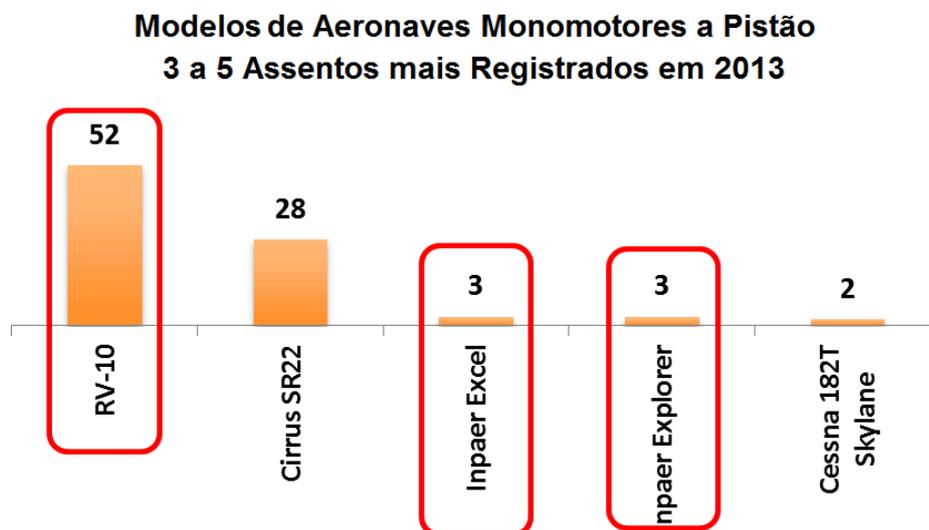


**Gráfico 1:** Aeronaves Registradas no RAB em 2013 / Adesão ao iRB2020.

(Fonte: Apresentação do iBR2020 - ANAC)

No **Gráfico 2**, pode-se observar as aeronaves de 3 à 5 assentos mais registradas em 2013, das quais 3 modelos são produzidos no Brasil (circuladas em vermelho) e em primeiro lugar o RV-10 com 58% das aeronaves da categoria. A aeronave RV-10 é proveniente de *kit*

produzido pela Van's Aircraft e montado por algumas empresas, bem como, construídas por amadores. Entre as empresas que montam o RV-10 a que mais se destaca é a **FLYER**, localizada em Sumaré, São Paulo.



**Gráfico 2:** Modelos de Aeronaves Registrados no RAB em 2013.

(Fonte: Apresentação do iBR2020 - ANAC)

## 2.3.REGULAMENTOS BRASILEIROS VIGENTES

### 2.3.1. RBHA 103A - VEÍCULOS ULTRALEVES

Praticar a arte de voar é uma atividade que ao longo do tempo foi conquistada, através de estudos e práticas, e colocou ao alcance das pessoas em todas as partes do mundo. Os ultraleves são veículos aéreos classificados como aeronaves muito leves experimentais, construídos ou montados por amadores ou não, com a finalidade exclusiva de uso partícular sem fins lucrativos. Este Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica contém a definição de veículos ultraleves e estabelece margens para a sua operação de modo que esta atividade possa ser exercida com segurança. (Fonte: RBHA 103A - ANAC)

### 2.3.1.1. FABRICAÇÃO E MONTAGEM

- **Fabricantes**

Conforme escrito em regulamento, as empresas fabricantes de veículos ultraleves ou conjuntos para montagem de veículos ultraleves devem cumprir o previsto no RBHA 38, porém o mesmo foi revogado e está em vigor atualmente o iBR2020 conforme citado e explicado anteriormente no sub capítulo **2.2.** (**Fontes:** RBHA 103A e iBR2020 - ANAC)

- **Projetistas e Construtores**

Conforme escrito em regulamento, as pessoas interessadas em projetar, construir, montar ou efetuar grandes modificações em veículos ultraleves, devem cumprir o previsto no RBHA 37, porém o mesmo também foi revogado, entrando em vigor a Instrução Suplementar a IS 21.191-001A, abordando o assunto Aeronaves de Construção Amadora. (**Fontes:** RBHA 103A e Justificativa Revogação RBHA 37 - ANAC)

O principal objetivo da IS 21.197-001A é fornecer informações e procedimentos para o processo de construção, operação e manutenção da aeronavegabilidade de aeronaves de construção amadora, tendo como base a *Advisory Circular - AC 20-27G da Federal Aviation Administration - FAA.* (**Fonte:** IS 21.197-001A - ANAC)

### 2.3.2. INSTRUÇÃO SUPLEMENTAR - IS 21.191-001A

#### 2.3.2.1. DEFINIÇÕES

Para uma melhor abordagem do assunto, colocando em tópicos os principais pontos da instrução suplementar a IS 21.191-001A, entenderemos que:

- **Aeronave de construção amadora:** é uma aeronave fabricada e montada a partir de projetos próprios ou a partir de conjuntos, com finalidade de educação ou recreação. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Assistência comercial:** É a assistência fornecida ao construtor amador, na fabricação e/ou montagem, em troca de pagamento, serviços ou outra forma de compensação. (Fonte: IS 21.191-001A).

- **Avaliação pela EAC - Equipe de Avaliação de Conjunto.**

É a avaliação realizada pela EAC com a finalidade de determinar se um conjunto específico de aeronave (*kit*) permite a um construtor amador satisfazer o critério de porção maior previsto no parágrafo RBAC 21.191(g). (Fonte: IS 21.191-001A).

- **Certificado de Autorização de Fabricação de Conjuntos – CAFc.**

É um documento emitido pela ANAC que atesta que certo modelo de aeronave teve avaliação satisfatória pela EAC e que permite o construtor amador satisfazer o critério de porção maior previsto no RBAC. (Fonte: IS 21.191-001A).

- **Certificado de Autorização de Voo Experimental – CAVE.**

É o documento emitido pela ANAC, no qual, permite a operação de aeronave de construção amadora. (Fonte: IS 21.191-001A).

- **Certificado Conclusão de RIAM - Relatório de Inspeção Anual de Manutenção.**

É o documento que atesta a inspeção realizada, do RIAM. Deve ser usado, como Certificado de Conclusão de RIAM, o modelo de formulário em sua última versão, aceito pela ANAC. (Fonte: IS 21.191-001A).

- **Certificado de Marca Experimental - CME.**

É o documento de propriedade da aeronave, emitido pelo Registro Aeronáutico Brasileiro - RAB, que contém as suas marcas de registro. (Fonte: IS 21.191-001A).

- **Componente.**

É o material processado, peça ou conjunto que constitui parte de uma aeronave, sendo motor, hélice, bem como os dispositivos e acessórios. (Fonte: IS 21.191-001A).

- **Conjunto.**

É o pacote constituído de subconjuntos, peças, componentes, desenhos, instruções de fabricação e montagem, manual de operações, lista de equipamentos, instruções de pesagem e balanceamento e demais dados técnicos e documentos requeridos para a construção e operação de uma aeronave de construção amadora. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Engenheiro Responsável.**

É o Engenheiro Aeronáutico ou Engenheiro Mecânico com atribuições de aeronáutica pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA, responsável pelo processo de construção de aeronave por amador e demais laudos previstos por esta IS. O Engenheiro Responsável poderá também ser o próprio construtor da aeronave (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Equipe de avaliação de conjunto – EAC.**

É uma equipe técnica composta por servidores da ANAC e representantes das Associações nacionais competentes, sendo que os mesmos deverão ter experiência em avaliação e certificação de aeronavegabilidade de novas aeronaves de construção amadora. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Fabricação.**

É o retrabalho sobre qualquer material, peça ou componente, a qual, seja necessária a modificação original do material, parte ou componente cuja função seja conduzi-lo ao seu estado final. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Laudo de Vistoria Final de Aeronave.**

É o documento elaborado pelo engenheiro responsável, que declara que o processo de construção da aeronave foi concluído em conformidade com o projeto anexado. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Lista de verificação de fabricação e montagem de aeronaves construídas por amadores.**

É o formulário utilizado pela ANAC para determinar se o construtor amador cumpriu com o critério da porção maior. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Porção maior.**

É o critério relacionado à construção de aeronaves por amadores significando que, a maioria das tarefas (mais que 51%) da lista de fabricação e montagem de terá sido realizada pelo construtor amador que realizou a construção. A avaliação da porção maior é feita através da lista de verificação definida no item anterior. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Ocupante.**

É qualquer pessoa, tripulante ou não, que esteja a bordo de uma aeronave. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Orientador Técnico.**

É um construtor (pessoa física), cadastrado na ANAC através de associações nacionais, que possua capacidade comprovada para acompanhar e orientar construtores amadores durante a construção, sem prejuízo da responsabilidade do Engenheiro Responsável (o qual também poderá ser o orientador técnico) e sempre se reportando a este. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Produto Aeronáutico.**

De acordo com a seção **01.1 do RBAC 01**, é qualquer aeronave civil, motor ou hélice de aeronave ou aparelho neles instalado. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Relatório de Inspeção Anual de Manutenção - RIAM.**

É a listagem de itens a serem verificados e aprovados após inspeção, durante a Inspeção Anual de Manutenção - IAM de aeronaves de construção amadora. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Aeronave Leve Esportiva (ALE / LSA).**

Significa uma aeronave, excluindo helicóptero ou aeronave cuja sustentação dependa diretamente da potência do motor (*powered-lift*), que, desde a sua certificação original, tem continuamente cumprido com as seguintes características abaixo. (**Fonte:** RBAC 01).

- (1) peso máximo de decolagem menor ou igual a:
  - (i) 600 kg - quilogramas para aeronave a ser operada a partir do solo apenas; ou
  - (ii) 650 kg - quilogramas para aeronave a ser operada a partir da água.
- (2) velocidade máxima em voo nivelado com potência máxima contínua (VH) menor ou igual a 120 knots CAS, sob condições atmosféricas padrão ao nível do mar.
- (3) velocidade nunca exceder (VNE) menor ou igual a 120 knots CAS para um planador.
- (4) velocidade de estol (ou velocidade mínima em voo estabilizado), sem o uso de dispositivos de hipersustentação (VS1), menor ou igual a 45 knots CAS no peso máximo de decolagem certificado e centro de gravidade mais crítico.
- (5) assentos para não mais do que duas pessoas, incluindo o piloto.
- (6) apenas 1 (um) motor alternativo, caso a aeronave seja motorizada.
- (7) uma hélice de passo fixo, ou ajustável no solo, caso a aeronave seja motorizada, mas não seja um motoplanador.
- (8) uma hélice de passo fixo ou embandeirável, caso a aeronave seja um motoplanador.
- (9) um sistema de rotor de passo fixo, semirrígido, tipo gangorra, de duas pás, caso a aeronave seja um girocóptero.
- (10) uma cabine não pressurizada, caso a aeronave tenha uma cabine.
- (11) trem de pouso fixo, exceto para aeronave a ser operada a partir da água ou planador.
- (12) trem de pouso fixo ou retrátil, ou um casco, para aeronave a ser operada a partir da água.
- (13) trem de pouso fixo ou retrátil, para planador.

(Fonte: RBAC 01)

### 2.3.2.2. DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

- **Geral**

- 1) Para operar uma aeronave com marcas de nacionalidade e matrícula brasileiras, de construção amadora, a princípio, é necessário que o CME e o CAVE emitidos pela ANAC estejam válidos. (Fonte: IS 21.191-001A).
- 2) A construção de uma aeronave por amador pode ser efetuada a partir de:
  - a) Projeto elaborado inteiramente pelo próprio construtor amador, no qual, são especificados os materiais, definido a estrutura, elaborado os desenhos, gabaritos,

definida as configurações aerodinâmicas, grupo motopropulsor, assim como as técnicas e os processos de fabricação a serem utilizados. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- b) Projeto de autoria de terceiros, no qual, o construtor amador adquire apenas os dados de projeto (desenhos, especificações técnicas, instruções de montagem, etc.). (**Fonte:** IS 21.191-001A).
- c) Conjuntos ou subconjuntos fabricados por terceiros (*kit*), no qual, é aplicável para conjuntos de fabricação brasileira ou estrangeira. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- 3) A critério da ANAC, o construtor amador pode ser uma pessoa jurídica, desde que a construção da aeronave tenha por objetivo somente a aquisição de conhecimentos em projeto, construção e operação de aeronaves e que não haja fins lucrativos. (**Fonte:** IS 21.191-001A).

- **Avaliação do Projeto**

No caso de projeto desenvolvido pelo próprio construtor amador, o mesmo deverá ser avaliado pelo Engenheiro Responsável, a fim de verificar se não existem características inadequadas evidentes no que diz respeito a:

- a) Configuração aerodinâmica geral;
- b) Grupo motopropulsor;
- c) Envelope de operações pretendido;
- d) Técnicas, processos e materiais construtivos.

(**Fonte:** IS 21.191-001A).

## **2.4. PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE AERONAVES EXPERIMENTAIS E HOMOLOGADAS**

A principal diferença, sendo apresentada de maneira sucinta, está no projeto e no modo de produção, bem como os custos com a operação e manutenção, com outras palavras a aeronave certificada possui um projeto testado pelo órgão de aviação competente do país, por exemplo, a ANAC, FAA ou EASA, e todos os seus componentes são controlados de modo a seguir o projeto, para fins de obter o Certificado de Aeronavegabilidade.

Partindo do princípio estrutural e material, uma aeronave certificada difere de uma aeronave experimental porque passa por um processo rigoroso de avaliação de projeto, testes

de equipamentos e ensaios de voo, na qual, demonstra o cumprimento com requisitos técnicos internacionalmente estabelecidos. Toda essa rigurosidade no desenvolvimento do produto provê um alto grau de confiabilidade e reduz a probabilidade de uma falha técnica, porém, por outro lado, aumenta o custo final da aeronave e restringe o desenvolvimento da aviação e de novas ideias na categoria amadora. **(Fonte:** [www.anac.gov.br/noticias/voce-conhece-a-aviacao-experimental](http://www.anac.gov.br/noticias/voce-conhece-a-aviacao-experimental)).

Já a aeronave Experimental, foi projetada e testada pela própria fábrica ou projetista, para satisfazer os requisitos estabelecidos por algumas literaturas, legislações e boas práticas, de maneira que alterações no projeto podem ser feitas sem grandes dificuldades, desde que, não alterem os requisitos mínimos de segurança estipulados pelo Fabricante / Projetista. **(Fonte:** [www.epicaircraft.com.br](http://www.epicaircraft.com.br)).

Em resumo, aeronave experimental, geralmente se caracteriza por não ser submetida a rigorosos testes, desta forma, deve expor poucas pessoas ao risco, assim, aeronaves experimentais são restringidas a voar sobre áreas pouco povoadas, ou a áreas completamente isoladas. O voo sobre áreas densamente povoadas necessita de autorização específica, e o transporte de pessoas e bens com fins lucrativos é proibido. Partindo dessas restrições, normalmente se utiliza tais aeronaves para lazer ou para experimentar novos conceitos, por isso, é comum a participação de universidades e centros de pesquisa aeronáutica no meio da construção amadora e a importância dessa atividade no cenário da aviação brasileira é significativa, pois algumas iniciativas do setor vêm trazendo excelentes resultados para a aeronáutica brasileira, viabilizando a inovação tecnológica, e trazendo reconhecimento à aviação do Brasil. **(Fonte:** [www.anac.gov.br/noticias/voce-conhece-a-aviacao-experimental](http://www.anac.gov.br/noticias/voce-conhece-a-aviacao-experimental)).

Com base, nas inovações tecnológicas, é importante que a ANAC permita o desenvolvimento da aviação experimental, o que é feito por meio de um processo de autorização baseado na responsabilização do construtor amador e do engenheiro responsável pelo acompanhamento da construção. **(Fonte:** [www.anac.gov.br/noticias/voce-conhece-a-aviacao-experimental](http://www.anac.gov.br/noticias/voce-conhece-a-aviacao-experimental)).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. ESCOLHA DO MODELO APROPRIADO DE AERONAVE

Para a escolha de um modelo de aeronave seminova ou *kit* para montagem, deve-se conhecer o projeto da aeronave, assim como, quem o desenvolveu, onde foi montado, quem produziu o *kit* e se há um controle/manuais de revisões ou reparos.

Hoje em dia há projetos que ganharam prêmios da NASA, bem como, modelos já certificados pela FAA ou EASA na categoria LSA (*Light Sport Aircraft*).

Há também projetos genuinamente nacionais, cuja boa reputação já foi reconhecida nas principais feiras de aviação dos Estados Unidos. Porém o importante e primordial é que se enquadre tanto no orçamento como no gosto e objetivos do proprietário.

Para futuros interessados que desejam montar um *kit*, deve-se levar em conta o tempo que o mesmo terá disponível para a montagem, ferramental e capital disponível para o investimento em ferramentas, conhecimentos técnicos, habilidades manuais e espaço adequado para a atividade, na qual, o mesmo possa trabalhar a vontade e sem se preocupar com a emissão de barulhos excessivos ou mesmo com espaço para descarte de resíduos.

##### 3.1.1. PRÁTICAS PARA A ESCOLHA DA AERONAVE

- a) **Escolha da unidade (montada):** Procure saber o quão fiel ao projeto original a aeronave foi produzida, pois alguns montadores costumam aplicar modificações criadas a partir de experimentos empíricos. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).
- b) **Condição de desgaste:** Escolha pelos modelos que possuem programa de manutenção preventiva criado pelo fabricante e verifique o histórico de manutenções lançados em cadernetas específicas, bem como, inspecione fisicamente o estado atual da aeronave. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).
- c) **Histórico de acidentes:** Analise se a aeronave pretendida já sofreu algum acidente. Verifique os registros do CENIPA, fabricante e procure por sinais de reparos. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).

- d) Documentação técnica:** Prefira por aeronaves que possuam documentos técnicos, manuais e anotações de manutenção. Um bom projeto vem acompanhado de informações técnicas que auxiliam uma melhor operação da aeronave. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).
- e) Rede de assistência:** É importante saber as bases de manutenção próximas ao local onde a aeronave está hangarada, para facilitar as manutenções programadas ou mesmo as corretivas. Motores ROTAX e LYCOMING, são mais populares a ponto de haver sempre algum mecânico habilitado por perto. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).
- f) Asa alta ou baixa:** Os projetos de asa baixa desempenham mais velocidade de cruzeiro e manobras, além de melhor visão do espaço aéreo, item importante para operação em espaços congestionados. Embora, aeronaves de asa alta permitem uma visão mais completa do campo abaixo e ao redor, bem como facilitam o embarque e desembarque. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).
- g) Consumo específico:** Quanto ao consumo específico, dependerá da operação pretendida, ou seja, mais velocidade ou economia. Por exemplo: um projeto que consuma 32 litros/hora voando a 160 knots e outro, de 20 litros/hora, voando a 100 knots, ambos terão o mesmo consumo específico, sendo de 5 milhas/litro, com distinção da velocidade. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br)).
- h) Aviônica:** Escolha a qualidade adequada para o tipo de voo que pretende realizar, consulte outras aeronaves, outros proprietários, assim como seus fabricantes para saber a opinião de cada um. Aviônica de mais pode distrair o piloto que voa sob regras VFR. Aviônica de menos pode dificultar a navegação e o alerta situacional. (**Fonte:** [www.aeromercado.com.br](http://www.aeromercado.com.br))

## **3.2. ESPAÇO, FERRAMENTAL, CONHECIMENTO E TEMPO**

### **3.2.1. ESPAÇO**

Importante aspecto que deve ser previsto antes de iniciar os trabalhos é o espaço disponível e a acessibilidade para construir sua aeronave, caso não tenha seu próprio hangar,

fato comum na aviação experimental, categoria *homebuilts* (Aeronaves construídas em casa). (Fonte: <http://keypublicacoes.com.br/2016/02/22/construa-sua-aeronave/>).

Na maioria dos casos, uma garagem para dois carros é suficiente ou qualquer outro lugar, desde que tenha espaço para armazenar as maiores peças, como a fuselagem e asas. Muitos imaginam construir sua aeronave em algum hangar no aeroporto mais próximo de sua casa, porem, hangares costumam ser os piores lugares para se construir uma aeronave de forma amadora, pois estão sempre mais quentes no verão do que uma simples garagem e bem mais gelado no inverno, além de curiosos e pessoas dando opinião o tempo todo. O espaço que irá construir sua aeronave e passar longos períodos e as vezes fazendo algum esforço físico, deve ser o mais confortável possível. Pense também em investir um pouco em conforto, tais como ventilação, boa iluminação, uma bancada na altura certa, piso claro e de fácil limpeza, tudo isso contribui para o andamento da construção. **Figura 6** - Montagem de *Kit* na Garagem. (Fonte: <http://keypublicacoes.com.br/2016/02/22/construa-sua-aeronave/>).



**Figura 6:** Montagem de *Kit* na Garagem.

(Fonte: [www.vansairforce.com](http://www.vansairforce.com) - Acessado em: 15/05/2016).

### 3.2.2. FERRAMENTAL

As ferramentas de acordo com o *Kit* escolhido, há diversas ferramentas a serem adquiridas. Porem se tratando de ferramentas, elas nunca são demais, pois sem elas muitos procedimentos demorariam horas a mais de trabalho, além do risco de não obter um bom

resultado final. Alguns fornecedores montam e vendem *Kit* de ferramentas em sites específicos de aviação, especialmente para trabalhos em aeronaves de construção amadora.

**Figura 7** *Kit* de ferramentas. (Fonte: <http://keypublicacoes.com.br/2016/02/22/construa-sua-aeronave/>).



**Figura 7:** *Kit* de Ferramentas.

(Fonte: <http://www.browntool.com> – Acessado em: 15/05/2016).

Em relação aos custos, há *Kits* primários, de acordo com a complexidade da montagem, que variam de acordo com o dólar e custos com importação, custando a partir de R\$ 4.500,00 (Utilizando uma referência do dólar a R\$ 3,80 – Junho de 2016). Outros *Kits* um pouco mais sofisticados e completos, como o da figura acima, chegam a custar em torno de R\$ 10.000,00. (Fonte: <http://keypublicacoes.com.br/2016/02/22/construa-sua-aeronave/>).

Hoje em dia uma das empresas mais conhecidas na fabricação de *Kits* de aeronaves, a *Van's Aircraft*, localizada no norte dos Estados Unidos, oferece total suporte aos seus clientes, conforme ilustrado nas **Tabelas de 1 a 7** abaixo, uma sequência de listas de ferramentas para montagem de aeronaves, referentes aos modelos de aeronaves produzidas pela fabricante de *Kits Van's Aircraft*, ao qual, são 14 projetos no total, sendo 9 produzidos em série e 8 ainda em produção em série.

**Recommended Tools for the Models**

**RV-3, RV-4, RV-7/7A, RV-8/8A, RV-9A, RV-10, RV-12 e RV-14**

CATEGORY	QTY	ITEM	Required/Optional
<b>Dimpling/Riveting</b>	1	Dimple Die-Reduced diam. (3/8" diam.) 3/32" Female Dimple Die	
	1	Dimple Die-Reduced diam. 1/8" diam Female Dimple Die	REQ FOR RV-14
	1	Dimple Die Set 1/8" (100°)	
	1	Dimple Die Set 3/32" (100°)	
	1	Dimple Die Set #8 Screw	
	1	Dimple Die Set #8 Screw	
	1	Dimple Die Set #10 Screw	
	1	Dimpler 3/32" Pop Rivet	
	1	Dimpler 3/32" Vice Grip	
	1	Flush Head Rivet Set (Tall, 1/2" Thick - Squeezer)	
	2	Flush Head Rivet Set (Short, 1/8" Thick - Squeezer)	
	1	Flush Swivel Rivet Set - Rivet gun	Optional
	1	Rivet Set - Offset 1/8" (With a Flat Ground on One Edge) - Rivet Gun	
	1	Rivet Set - 1/8" Cupped Set 3.5" - Rivet Gun	
	1	1/8" Protuding Head Rivet Set (Tall, 1/2" Thick - Squeezer)	
	1	Rivet Set - 3/32" (Cupped Set 3.5" - Squeezer)	
	1	Beehive Retainer Spring (Often Supplied with Rivet Gun)	
	1	Quick Change Spring (For Flush Rivet Sets, maybe Supplied with Rivet Gun)	
	1	Back Rivet Set	
	1	Hand Squeezer with 3" Deep Yoke	
	1	C Frame Riveting/Dimpling Tool	
	1	Back-Riveting Plate, .375[9.5mm] X 6[152mm] X 12[305mm]	
	1	Dimple Die Organizer	
	1	3M F9460PC VHB Tape (or Fuel Tank Sealant)	
	1	Rivet Tape	
	1	Rivet Cutter	
	1	Rivet Gauge Set	
	1	Hand Blind Rivet Puller "POP" Riveter PRP-26A, USM Corp./ or Equivelant	
	1	Bucking Bar - Anvil 1.9 lb.	
	1	Bucking Bar - Tungsten	Optional
	1	Bucking Bar - Mini 1 lb.	

**Tabela 1:** Lista de Ferramentas Recomendadas pela *Van's Aircraft* – 1.

(Fonte: RV-ALL-except12-Section-3\_PDF\_Tools and Workspace)

CATEGORY	QTY	ITEM	Required/Optional
<b>Clecos</b>	125	Clecos 1/8"	
	350	Clecos 3/32"	
	10	Clecos 3/16"	
	10	Clecos 5/32"	
	4	Cleco Clamps -1" Jaws - Side Grip	
	4	Cleco Clamps -1/2" Jaws - Side Grip	
	1	Pliers - Cleco	

**Tabela 2:** Lista de Ferramentas Recomendadas pela *Van's Aircraft* – 2.

(Fonte: RV-ALL-except12-Section-3\_PDF\_Tools and Workspace)

CATEGORY	QTY	ITEM	Required/Optional
<b>Cutting/Deburring Tools</b>	1	Abrasive Cutting Disk	
	1	Hacksaw (Fine Tooth 32 Teeth per Inch Blade) or Bandsaw	
	1	Scotch Brite Wheel	
	3	Scotch Brite Pads - Maroon	
	1	Speed Deburring Tool	
	1	Emery Cloth	
	1	Files - Assorted (Vixen, Bastard, Rat Tail, Rasp, Etc)	
	1	File Card / Brush	
	1	Multi-Burr Deburring Tool (Royal Style)	

**Tabela 3:** Lista de Ferramentas Recomendadas pela *Van's Aircraft* – 3.

(Fonte: RV-ALL-except12-Section-3\_PDF\_Tools and Workspace)

CATEGORY	QTY	ITEM	Required/Optional
Hand Tools	1	Pliers - Duck Bill	
	1	Pliers - Fluting	
	1	Pliers - Needlenose	
	1	Diagonal Cutter	
	1	Tape Measure - Combination Fractional/Decimal Rule	
	1	12" Steel Rule	
	1	Punch - Assorted Sizes	
	1	Wiss Snips - Offset - Left	
	1	Wiss Snips - Offset - Right	
	1	Hammer - 12 oz. Dead Blow	
	1	Dimpling Mallet	Optional
	1	Rubber Mallet or Heavy Soft Faced Hammer	REQ RV-14
	1	Hearing Protector	
	1	Safety Glasses	
	1	Caliper (6") Dial or Digital	
	1	Edge Rolling Tool	
	1	Hand Seamer	
	2	Screw driver Bits - Size #2	
	10	Small (2") "C" Clamps	
	4	Large (3") Spring or "Pony" Clamps	
	1	Combination Wrench Set (1/4"-3/4")	
	1	Fish Scale (0-50lbs)	
	1	Torque Wrench (Inch/Pounds & Foot/Pounds Scale)	
	1	Aviation Flaring Tool (Tube) 37°	
	1	Tubing Cutter	
	1	Tubing Bender, 1 inch centerline radius	
	1	Wire Crimper/Stripper	
	1	OLFA RTY-2/G 45mm Rotary Cutter (or Equivalent)	
	1	Multimeter (with Continuity Check Capability)	
	1	Digital Level	
	1	0-2lb Scale (for Measuring Tank Sealant)	Optional
	1	Socket Set 1/4-3/8 Drive	
	4	3/8" dia. Drift Pin (Fabricate from hardware store bolts by tapering the end)	

**Tabela 4:** Lista de Ferramentas Recomendadas pela *Van's Aircraft* – 4.

(Fonte: RV-ALL-except12-Section-3\_PDF\_Tools and Workspace)

CATEGORY	QTY	ITEM	Required/Optional
Power/Air/Shop Tools	1	Drill Motor 1/4" - Air - 2500-4000 RPM	
	1	Drill Motor - Battery Powered	
	1	Air Tool Oil	
	1	Air Tool Regulator	
	1	Air Swivel	
	1	Die Grinder	
	1	Drill Press	
	1	Rivet Gun , 2X and 3X or 3X Rivet Gun Only	
	1	6" Bench Vise	

**Tabela 5:** Lista de Ferramentas Recomendadas pela *Van's Aircraft* – 5.

(Fonte: RV-ALL-except12-Section-3\_PDF\_Tools and Workspace)

CATEGORY	QTY	ITEM	Required/Optional
Drills/Countersink/Taps	1	#3 Drill Bit	
	1	#10 Drill Bit	
	1	#11 Drill Bit	
	2	#12 Drill Bit	
	1	#16 Drill Bit	
	2	#19 Drill Bit	
	1	#21 Drill Bit	
	1	#27 Drill Bit	
	1	#29 Drill Bit	
	3	#30 Drill Bit	
	1	#30 Drill Bit 12" Long	
	1	#33 Drill Bit 6" Long	
	1	#36 Drill Bit	
	5	#40 Drill Bit	
	1	#40 Drill Bit, 12" Long	
	1	#43 Drill Bit	
	1	#52 Drill Bit	
	1	1/4" Drill Bit	
	1	5/16" Drill Bit	
	1	Q (or 11/32nd) Drill Bit	
	1	Ream .311"	
	1	Ream 3/8"	
	1	Step Drill (Uhi-bit) Preferably 1/4 to 7/8"X1/16 Step Increment	
	1	Countersink #8 Screw	
	1	Countersink #10 Screw	
	1	100° Machine Countersink Cutter with #12 Pilot	
	1	100° Machine Countersink Cutter with #19 Pilot	
	1	100° Machine Countersink Cutter with #27 Pilot	
	1	100° Machine Countersink Cutter with #30 Pilot	
	1	120° Machine Countersink Cutter with #30 Pilot	REQ RV-14
	1	100° Machine Countersink Cutter with #40 Pilot	
	1	Countersink Micro Stop Cage	
	1	Drill Stops - #30 #40 #12	Optional
	1	Angle Drill Kit (Alternately use the Economy 90° Attachment Listed Below)	Optional
	1	Economy 90° Drilling Attachment	REQ RV-14
	1	Threaded Shank Drill Set 6 pc. (or min. 1 ea. #40, #30, #12 bits) for 90° Drill	REQ RV-14
	1	1/4-28 Tap	
	1	5/16-24 Tap	
	1	3/8-16 Tap	
	1	3/8-24 Tap	
	1	4-40 Tap	
	2	6-32 Tap	
	1	8-32 Tap	
	1	10-24 Tap	

**Tabela 6:** Lista de Ferramentas Recomendadas pela *Van's Aircraft* – 6.  
 (Fonte: RV-ALL-except12-Section-3\_PDF\_Tools and Workspace)

### RV-14 BUILDER'S SUPPLIES REQUIREMENTS

CATEGORY	QTY	ITEM	Required/Optional
Ref. Mat'ls/Supplies	1	A/C STRUCTURAL TECHNICIAN BOOK	
	1	STANDARD AIRCRAFT HANDBOOK	
	1	Tape Dispenser	
	1 Box	Permanent Markers ("Sharpie" Xtra or Ultra Fine Point)	
	1 Roll	String	
	1 Tube	Super Glue	
	1 Tube	Boelube	
	1 Can	LPS#1, 2 3, or a light motor oil.	
	1 Can	Pipe Thread Sealant	
	1-2 Qt	Fuel Tank Sealant	
	1 Tube	RTV Sealant - Red	
	1 Tube	Clear Silicone	
	1 Tube	Threadlocker - Loctite or Permatex - Red	
	1 Tube	Threadlocker - Loctite or Permatex - Blue	
	1 Tube	Anti-Seize Paste (High temp)	
	3 Yds	9oz/sq yd Plain Weave "E-glass" Fabric	
	1 Yd	Peel Fly (optional)	
	1 Qt	Kit of Epoxy Resin & Hardener	
	1 Qt	Acetone (for Clean-Up)	
	25	Mixing Cups (Solo™ Clear Plastic Cups Recycle Code #1 or #5)	
	100	Craft Sticks (a.k.a. Popsicle Sticks)	
	1/4 lb	Flocked Cotton Fiber (a.k.a. "Flox")	
	1/4 lb	Glass Spheres (a.k.a. "Micro-Balloons")	
	1 Roll	Low-Tack "Painters" Masking Tape	
	1 Roll	Mylar Packing Tape	
	1 Roll	Duct Tape	
	1 Kit	Fuel Tank Test Kit - See Van's Aircraft Catalog	
	1 Roll	Masking Paper - 24"	
	1 Sheet	Sandpaper - 60 Grit - 8.5X11 Sheet	
	2 Sheet	Sandpaper - 80 Grit - 8.5X11 Sheet	
	2 Sheet	Sandpaper - 100 Grit - 8.5X11 Sheet	
	1 Sheet	Sandpaper - 150 Grit - 8.5X11 Sheet	
	2 Sheet	Sandpaper - 220 Grit - 8.5X11 Sheet	
	2 Sheet	Sandpaper - 320 Grit - 8.5X11 Sheet	
	5	Sanding Blocks - Various Sizes/Shapes	
	3	Paint Brush - 1" Wide (Cheap, Natural Bristle Type)	
	2	Paint Brush - 2" Wide (Cheap, Natural Bristle Type)	
	2	Paint Brush - 3" Wide (Cheap, Natural Bristle Type)	

**Tabela 7:** Lista de Ferramentas Recomendadas pela *Van's Aircraft* – 7.

(Fonte: RV-ALL-except12-Section-3\_PDF\_Tools and Workspace)

### 3.2.3. TEMPO DISPONÍVEL

Alguns construtores no início, chegam a pensar que um projeto não requer tanta dedicação, esforço e tempo, no entanto, muitos se enganam, pois leva um bom tempo e tem que ter muita força de vontade e perseverança, porém, nem todos os construtores acabam finalizando a montagem de suas aeronaves. Construir uma aeronave, seja qual for o modelo, irá exigir trabalho constante e consistente de horas por longos períodos. (Fonte: <http://keypublicacoes.com.br/2016/02/22/construa-sua-aeronave/>).

O fator tempo é a razão de muitos projetos levarem décadas para serem concluídos, originando inúmeras desistências, por isso hoje em dia é comum acharmos projetos e *Kits* de

aeronaves abandonados nas oficinas por todo país, sendo que o melhor caminho para concluir uma tarefa dessa magnitude é trabalhar em uma peça de cada vez, evitando pular etapas do projeto para realizar as mais fáceis, assim, terá que voltar pra trás para executar as tarefas interrompidas. Procure saborear cada feito, tirar fotos para compartilhar com amigos e construtores, que com isso vem mais incentivo para continuar e não desanimar no meio do caminho. (Fonte: [www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave](http://www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave))

Em média um construtor deve se dedicar de 15 a 20 horas por semana, para ver até mesmo um avião relativamente simples tomar forma e ser finalizado. Mesmo para os construtores mais dedicados, as maiores dos projetos levam de dois a quatro anos, mas no caso da maioria, pode facilmente levar de 3 a até 10 anos para realizar o primeiro voo. (Fonte: [www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave](http://www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave))

Tomando como base um RV-10 da *Van's Aircraft* que a sua construção *stander* (sem acabamentos ou pintura) conforme manual é necessário em média 2200 horas, assim levando em conta um trabalho semanal de 15 horas por semana, a total montagem da aeronave será completada em aproximadamente 36 meses (3 anos). **Figura 8** é possível observar uma aeronave RV-7 totalmente em partes, assim como vem no *Kit*, e ao fundo um RV-7 Pronto. (Fonte: [www.vansaircraft.com](http://www.vansaircraft.com)).



**Figura 8:** Aeronave RV-7 a Frente em Partes e ao Fundo um RV-7 Finalizado

(Fonte: [www.vansaircraft.com](http://www.vansaircraft.com) – Acessado em: 12/05/2016)

### 3.2.4. CONHECIMENTO

Conhecimento é um dos principais aspectos para a montagem de uma aeronave, pois será as buscar por conhecimento e habilidades que definirão o sucesso do projeto. Por exemplo, há pessoas que nunca usaram uma furadeira, rebitaram, soldaram ou pintaram algo na vida e atingiram sucesso na construção de sua aeronave, que na primeira impressão de muitos é algo muito complexo. Alguns conhecimentos básicos são primordiais para iniciar, como, leitura e interpretação de desenhos técnicos, noções e conhecimentos básicos de mecânica e elétrica. **(Fonte: [www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave](http://www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave)).**

Aeronaves Experimentais em si tem dispositivos mecânicos simples com controles puramente mecânicos, sistema elétrico básico, assim, nada é difícil de entender ou construir, bem como os manuais que os acompanham (principalmente os eletrônicos) são bem completos e oferecem um bom suporte. Um motor de avião típico, por exemplo, levam algumas mangueiras, cabos de controle, sensores e fios elétricos para funcionar, porem pode requerer um pouco mais de estudo e interpretação, além de tudo, há uma infinidade de fontes de pesquisa, como, associações, revistas, outros construtores ou mesmo consulta livre na internet. Na **Figura 9** como exemplo, pai e filha trabalhando na montagem de uma aeronave. **(Fonte: [www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave](http://www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave)).**



**Figura 9:** Família Envolvida no Projeto.

**(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/wingbody.html> – Acessado em: 14/05/2016)**

### 3.3. MONTAGEM DE UMA AERONAVE EXPERIMENTAL

Os pioneiros *homebuilt* eram do tipo *built-zero*, no qual, você comprava um conjunto de plantas (desenhos técnicos) e peças/materiais à referente aeronave de sua escolha e fazia o restante, sendo um trabalho fantástico, dos quais, muitos foram fabricados com este princípio.

Hoje em dia, a grande maioria das aeronaves amadoras, é construída a partir de *Kits* pré-fabricados. A construção de *Kits homebuilt* assim como nos EUA, vale a regra dos 51% (Porção Maior RBAC 21.191 (g)(1)), ou seja, você deve construir 51% da sua aeronave e pode comprar os outros 49% pronto ou contratar os serviços de uma empresa ou profissional especializado, conforme consta na Instrução Suplementar a IS 21.191-001A da ANAC.

Existem os *Kits* de montagens preparados para serem rápidos, dos quais, já velem a regra dos 51%, pois já vem parcialmente pronto é só você montar, não sendo necessário fabricar quase nada, como é o caso dos produtos da Sonex, RV *Quikbuilt*, Zenit e *Kit Fox*.

#### 3.3.1. ETAPAS PARA MONTAGEM DE UM RV-10

Como exemplo prático foi escolhido a aeronave RV-10, produzida pela *Van's Aircraft*, na qual, foi comentada diversas vezes ao longo da monografia. O motivo pelo qual foi escolhida a aeronave RV-10 deu-se ao fato por ser uma aeronave relativamente grande e com um grau de complexidade alto para a montagem amadora, pois envolvem uma série de processos até a conclusão da aeronave.

O passo a passo referente às boas práticas para a montagem será realizado através de 8 tópicos conforme listagem abaixo, dos quais serão abordados cada um especificamente.

- 1) **Especificações da Aeronave**
- 2) **A chegada do *Kit***
- 3) **Conferência do *Kit***
- 4) **Métodos para Armazenamento**
- 5) **Literaturas**
- 6) **Início das Montagens:** Asa, Flap, Aileron, Profundores, Estabilizador Horizontal, Compensadores, Fuselagem, Estabilizador Vertical, Leme, Tapeçaria, Painel e Motor.
- 7) **Pintura**
- 8) **Aeronaves Prontas.**

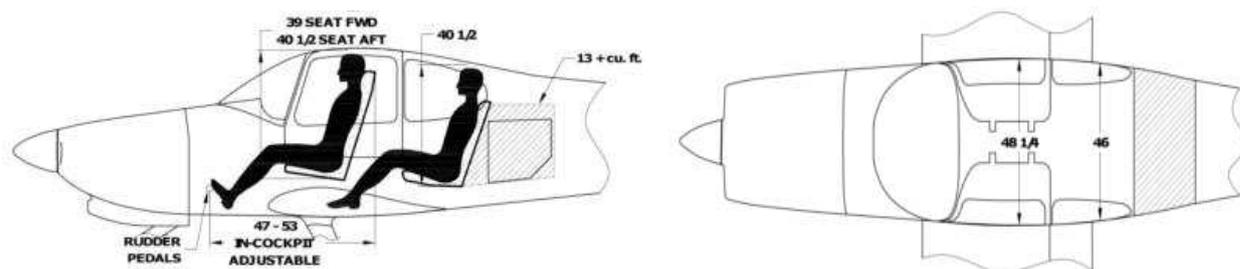
## 1) Especificações da Aeronave

O desempenho, manuseio e custo da aeronave modelo RV-10 tornam a escolha clara quanto ao limitado mercado de aviões experimentais provenientes de *Kits* de quatro lugares. O RV-10 não é apenas uma aeronave com quatro assentos, ele também transportar confortavelmente 4 pessoas de 1,80m e 80kg, tanques cheio de combustível e mais 30 kg de bagagem. Portas de asa de gaivota fabricadas em *composite* facilita a saída dos ocupantes. **Figura: 10 e 11** abaixo descrevem e demonstram as especificações e desempenho da aeronave. (**Fonte:** <http://www.vansaircraft.com/public/rv10.htm>).

		Speed and ranges in statute mph.		
		*235 hp performance estimated.		
		<b>Speeds and ranges in statute mph (sm)</b>		
<b>Exterior Dimensions</b>		<b>Light Weight</b> 2200 lbs	<b>* 235 hp</b>	<b>260 hp</b>
Span	31 ft 9in.	<b>Speed</b>		
Length	24 ft 5 in.	Top Speed	204 mph	211 mph
Height	8 ft 8 in	Cruise [75% @ 8000 ft]	194 mph	201 mph
Wing Area	148 sq ft	Cruise [55% @ 8000 ft]	174 mph	180 mph
		Stall Speed	57 mph	57 mph
<b>Weights</b>		<b>Ground Performance</b>		
Empty Weight	1520-1630 lbs to correspond with engine choices. Empty weight and performance measured with Hartzell 2-blade constant speed propeller.	Takeoff Distance	415 ft	360 ft
Gross Weight	2700 lbs	Landing Distance	500 ft	525 ft
		<b>Climb/Ceiling</b>		
		Rate of Climb	1,669 fpm	1,950 fpm
		Ceiling (est)	20,538 ft	24,000 ft
<b>Loadings</b>		<b>Gross Weight</b> 2700 lbs	<b>* 235 hp</b>	<b>260 hp</b>
Wing Loading	18.6 lb/sq ft	Empty Weight	1,585 lbs	1,600 lbs
Power Loading	13.5 - 10.4 lb/hp	<b>Speed</b>		
		Top Speed	201 mph	208 mph
		Cruise [75% @ 8000 ft]	190 mph	197 mph
		Cruise [55% @ 8000 ft]	170 mph	176 mph
		Stall Speed	63 mph	63 mph
<b>Powerplant/Systems</b>		<b>Ground Performance</b>		
Engine	235-260 hp	Takeoff Distance	583 ft	500 ft
Propeller	Hartzell C/S	Landing Distance	650 ft	650 ft
Fuel Capacity	60 US gal	<b>Climb/Ceiling</b>		
		Rate of Climb	1,221 fpm	1,450 fpm
		Ceiling (est)	16,839 ft	20,000 ft
		<b>Range</b>		
<b>Other</b>		Range [75% @ 8000 ft]	883 sm	825 sm
Baggage	100 lbs	Range [55% @ 8000 ft]	1070 sm	1000 sm

**Figura 10:** Especificações RV-10.

(**Fonte:** <http://www.vansaircraft.com/public/rv10.htm> – Acessado em: 18/05/2016)



**Figura 11:** Dimensões RV-10.

(Fonte: <http://www.vansaircraft.com/public/rv10.htm> – Acessado em: 18/05/2016)

## 2) A chegada do *Kit*

Após a compra são em média 60 dias para finalização e embalagem do *Kit*. Quanto a importação para o Brasil, há duas maneiras para a vinda, sendo: via aérea ou marítima.

Caso a escolha seja aérea o valor se eleva consideravelmente, no entanto, são aproximadamente mais 10 dias para a chegada, agora se a escolha for marítima, entre embarque e desembarque mais desembaraço burocrático no porto, são entre 30 à 45 dias. Chegada do *Kit* **Figuras 12 e 13**.



**Figuras 12 e 13:** Caixas do *Kit*

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)

## 3) Conferência do *Kit*

Após a chegada do *Kit*, a conferência é uma etapa muito importante, pois poderá haver peças danificadas ou faltantes (**Figura: 14 e 15**). O prazo para reclamações são 30 dias.



**Figuras 14 e 15:** Caixas Contendo as Peças da Aeronave

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)

#### 4) Métodos para Armazenamento

A organização é importante em qualquer atividade do nosso dia a dia e com o início da montagem de uma aeronave não poderia ser diferente, além do mais, deve ser considerado que em muitas vezes a aeronave será montada em espaços confinados e a organização ajudará muito desde o início até o final da montagem, a qual será somada varias horas ganhas ao final de tudo. **Figura 16 e 17** organização dos *Kit*.

Outro ponto muito importante é não descartar os papéis, madeiras e plásticos que acompanham o *Kit*, os mesmo serão muito úteis durante a montagem, servindo para embrulhar peças, assim como, as madeiras serão úteis para a fabricação de gabaritos, bancadas, banco e entre outros dispositivos.

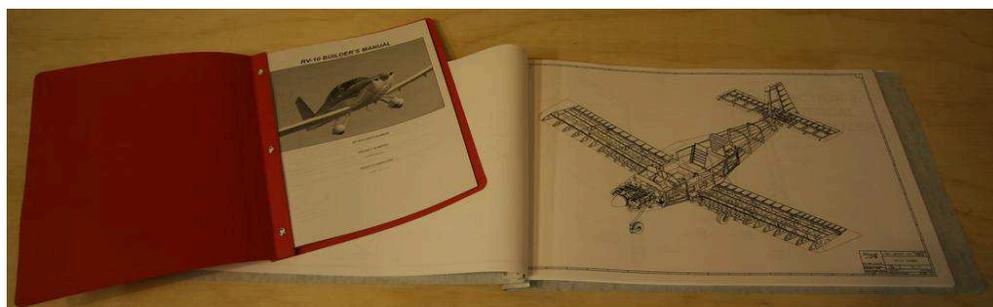


**Figuras 16 e 17:** Organização do *Kit*.

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)

## 5) Literatura e Boas Práticas

As literaturas que acompanham o *Kit*, deverão acompanhar a aeronave pelo resto de sua operação, pois nela contem toda a metodologia necessária para a montagem e boas prática de operação, inspeções e manutenções. **Figura 18** Manuais e Literatura.



**Figura 18:** Manuais e Literatura para Montagem originais do *Kit*

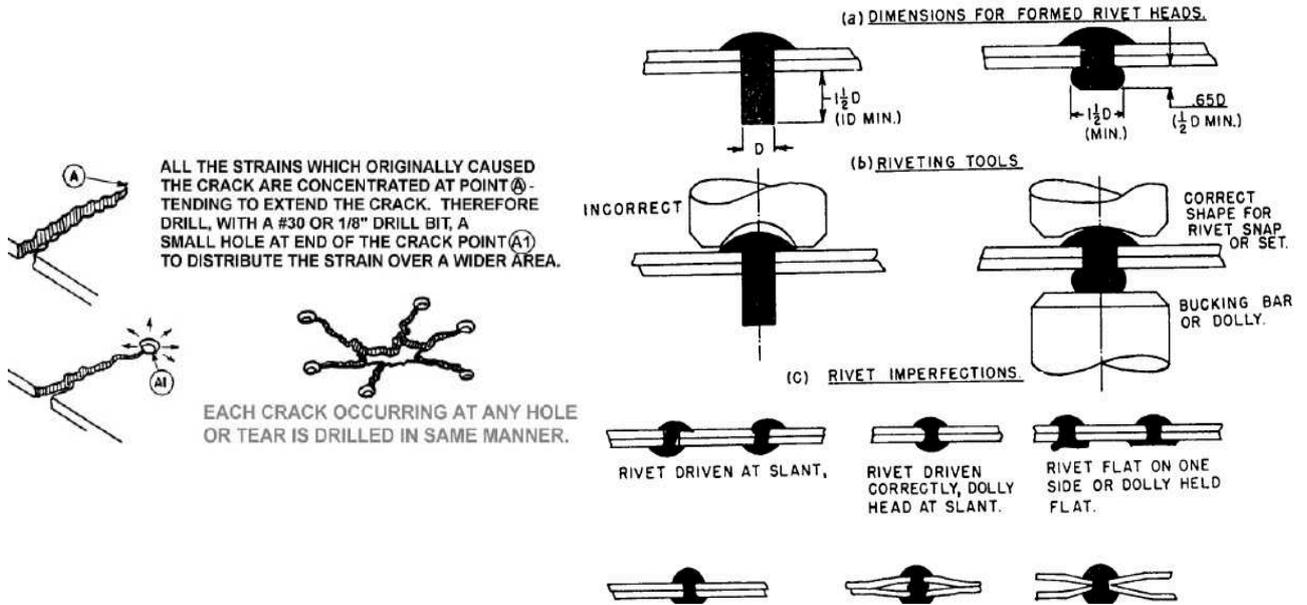
(**Fonte:** <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)

Um bom e recomendado material de apoio é a *Advisory Circular*, AC\_43.13-1B da FAA, a qual é uma “Consulta” que contém métodos, técnicas e práticas aceitáveis para a inspeção e reparação de áreas não pressurizadas de aeronaves civis, porém, deve ser utilizado somente quando não há instruções de montagem/reparação do fabricante ou instruções manutenção. Esses dados da AC geralmente referem-se a pequenos reparos.

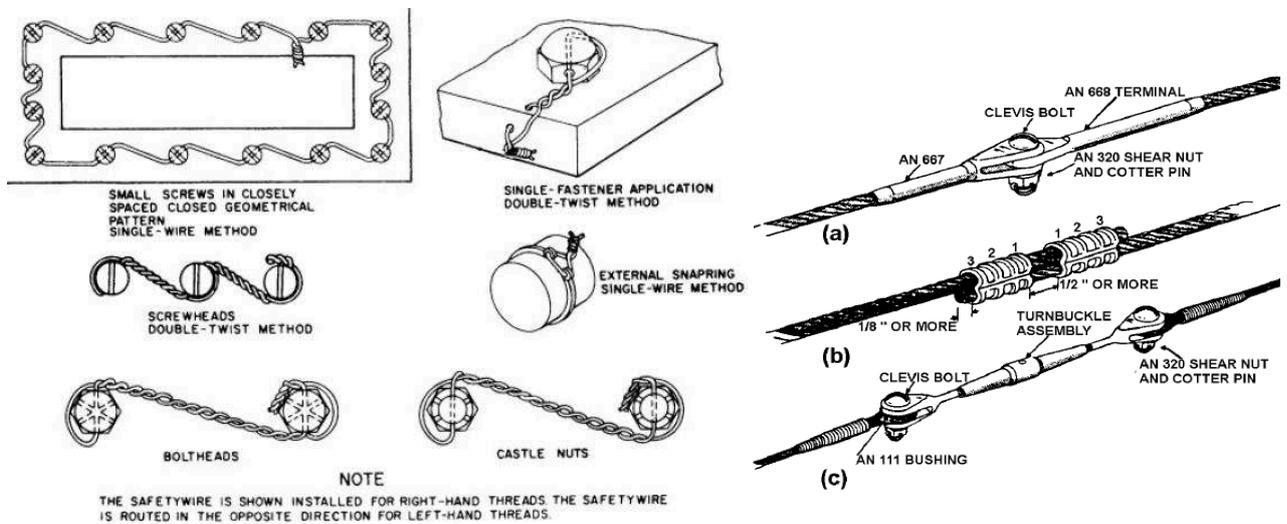
Os reparos identificados neste AC só poderão ser utilizados como base para grandes reparos, com a aprovação da FAA. Nesta AC há diversas técnicas informações como, tabelas de torque, curvas em materiais diversos, trabalhos com chapa, critérios e métodos para rebiteagem, soldagem, colagem, laminação de fibra de vidro, entelagem, trabalhos com madeiras, acrílicos, entre outras técnicas para reparos de danos. **Critérios para utilização e aplicação dos métodos:**

- a. O fabricante determinou que fosse apropriado ao produto a ser reparado;
- b. É diretamente aplicável à reparação a ser feita;
- c. Não é contrário aos dados do fabricante.

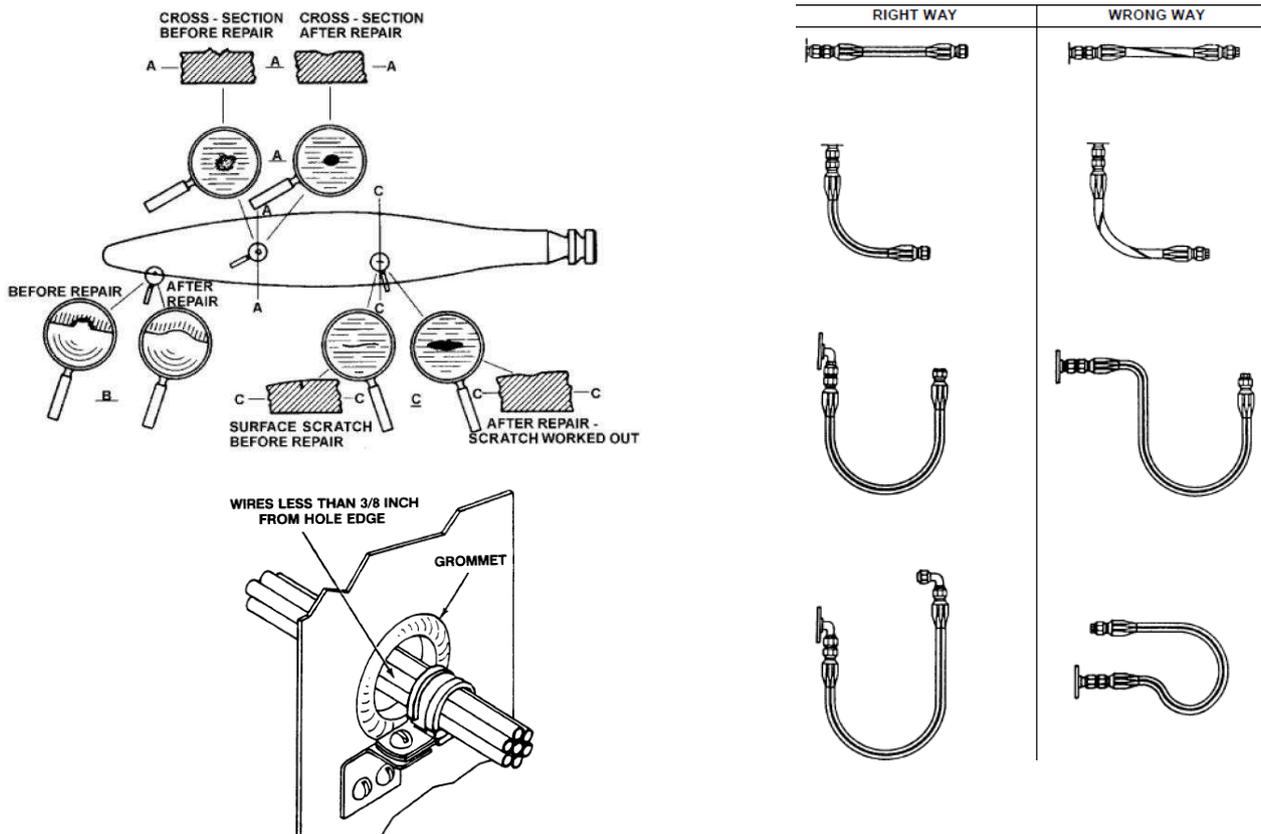
Embora seja recomendado para grandes reparos, no dia a dia durante a montagem de aeronaves experimentais, são identificadas diversas situações, das quais esta AC direciona e instrui a realizar de maneira aceitável diversos procedimentos. **Figuras 19 e 25** Boas Práticas da AC\_43.13-1B – FAA.



**Figuras 19 e 20: Boas Práticas Rebitagem e Alívio de Trincas\_1 e 2.**  
 (Fonte: Advisory Circular - AC\_43.13-1B - FAA )



**Figura 21 e 22: Boas Práticas Frenos e Cabos\_3 e 4.**  
 (Fonte: Advisory Circular - AC\_43.13-1B - FAA )



**Figura 23, 24 e 25:** Boas Práticas Reparos em Hélices de Alumínio, Posicionamento de Mangueiras e Passagem de Fios\_5, 6 e 7. (Fonte: Advisory Circular - AC\_43.13-1B - FAA )

## 6) Início das Montagens

### Montagem: Asa

Preparação, aplicação de anticorrosivo, pré-montagem, montagem definitiva das asas e estocagem. **Figuras 26 a 37.**



**Figuras 26 e 27:** Montagem Asas\_1 e 2

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)



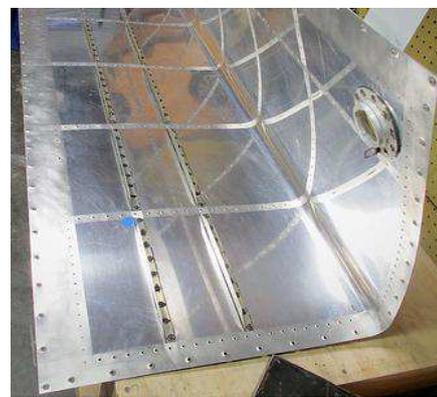
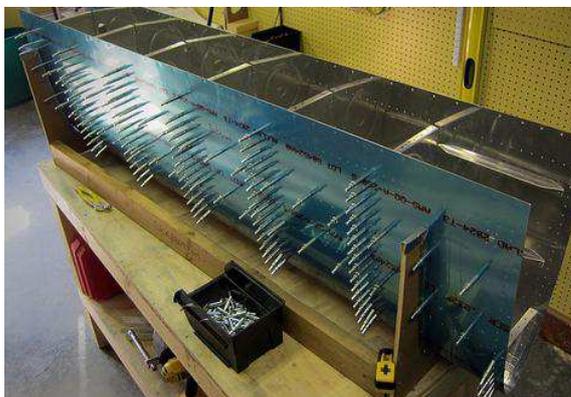
**Figuras 28 e 29:** Montagem Asas\_3 e 4

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)



**Figuras 30 e 31:** Montagem Asas\_5 e 6

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)



**Figuras 32 e 33:** Montagem Asas\_7 e 8

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)



**Figuras 34 e 35: Montagem Asas\_9 e 10**

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)



**Figuras 36 e 37: Montagem Asas\_11 e 12**

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 18/05/2016)

### Montagem: Flap

Preparação, aplicação de anticorrosivo, pré-montagem, montagem definitiva dos flaps e estocagem. **Figuras 38 a 39.**

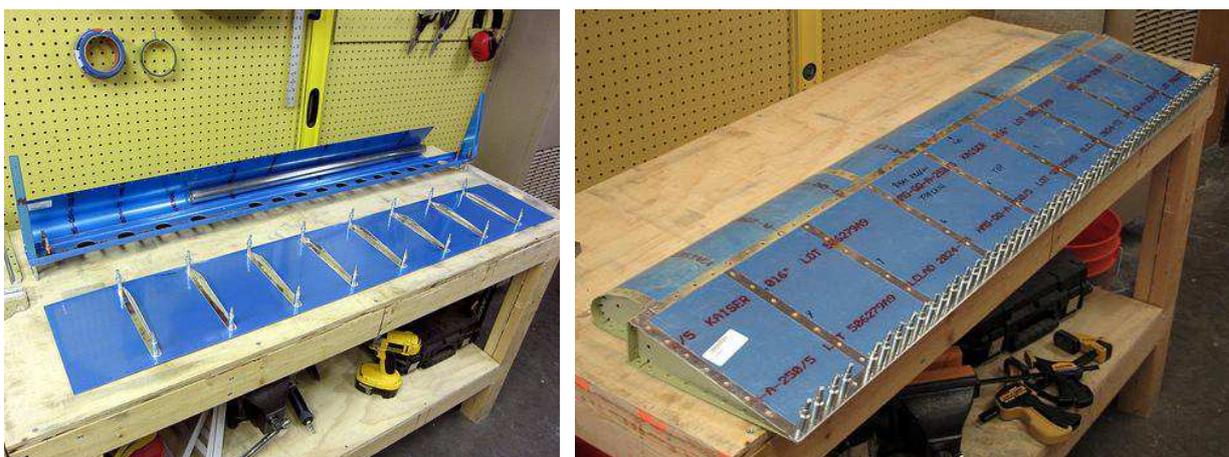


**Figuras 38 e 39:** Montagem Flap\_1 e 2

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 19/05/2016)

### Montagem: Aileron

Preparação, aplicação de anticorrosivo, pré-montagem, montagem definitiva dos ailerons e estocagem. **Figuras 40 a 41.**



**Figuras 40 e 41:** Montagem Aileron\_1 e 2

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 19/05/2016)

### Montagem: Profundores

Preparação, aplicação de anticorrosivo, pré-montagem, montagem definitiva dos profundores e estocagem. **Figuras 42 a 45.**



**Figuras 42 a 45:** Montagem Profundores\_1, 2, 3 e 4

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 19/05/2016)

### Montagem: Estabilizador Horizontal

Preparação, aplicação de anticorrosivo, pré-montagem, montagem definitiva do estabilizador horizontal e estocagem. **Figuras 46 e 47.**

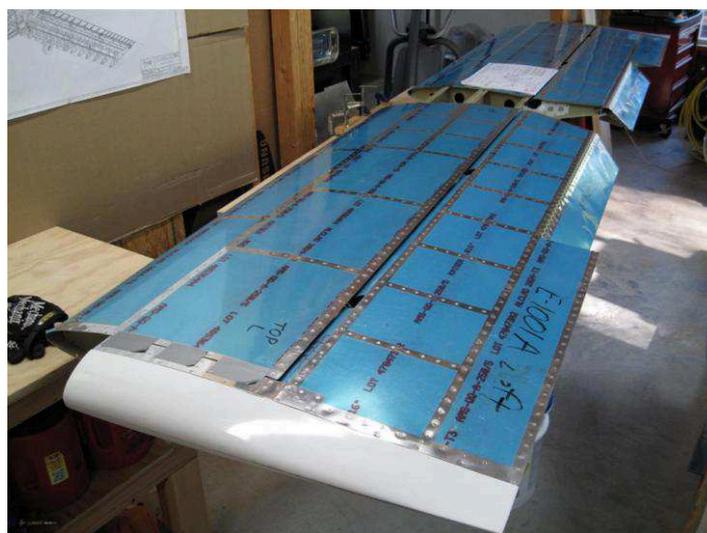
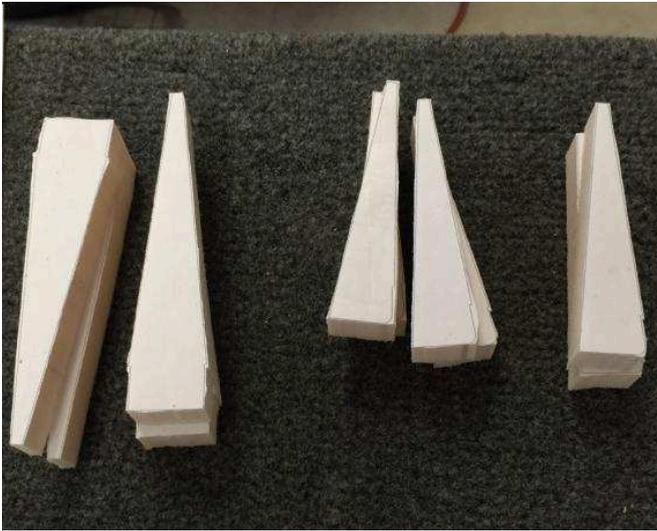


**Figuras 46 e 47:** Montagem Estabilizador Horizontal\_1 e 2

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 19/05/2016)

### Montagem: Compensador dos Profundor

Preparação, nervuras de espuma densa, pré-montagem, montagem definitiva e montagem do Compensador do Profundor no Profundor. **Figuras 48 a 51.**



**Figuras 48 a 51:** Montagem Compensador Profundor\_1, 2, 3 e 4

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 19/05/2016)

### Montagem: Estabilizador Vertical

Preparação, aplicação de anticorrosivo, pré-montagem e montagem definitiva do Estabilizador Vertical. **Figuras 52 a 54.**



**Figuras 52 a 54:** Montagem Estabilizador Vertical \_1, 2 e 3.

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 19/05/2016)

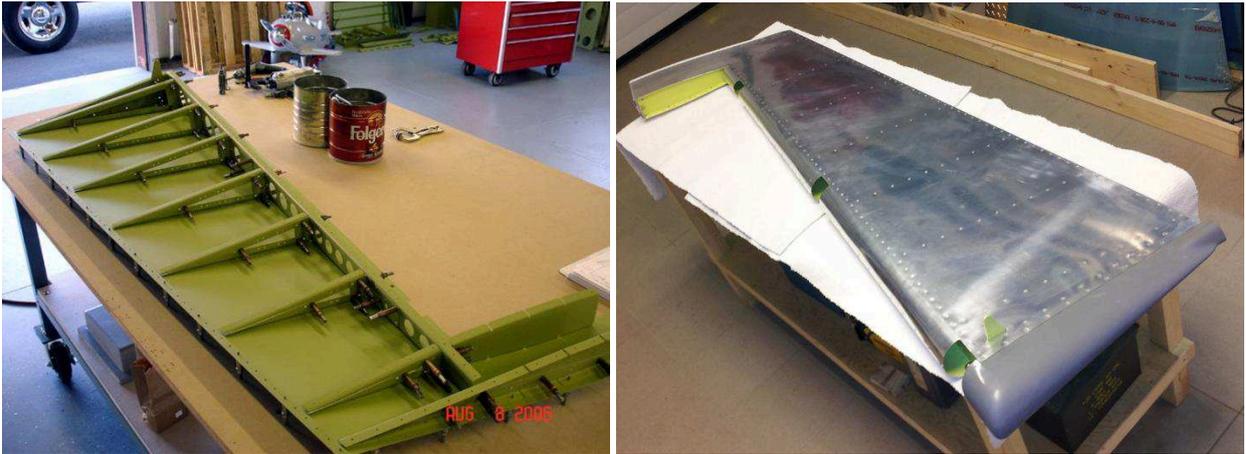
### Montagem: Leme

Preparação, aplicação de anticorrosivo, pré-montagem e montagem definitiva do Leme. **Figuras 55 a 57.**



**Figura 55:** Montagem do Leme\_1.

(Fonte: <http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html> – Acessado em: 19/05/2016)



**Figuras 56 e 57:** Montagem do Leme \_2 e 3

(Fonte: <http://www.aviatorshop.eu/> – Acessado em: 19/05/2016)

### Montagem: Fuselagem

Preparação, aplicação de anticorrosivo, pré-montagem e montagem definitiva da fuselagem. **Figuras 58 a 71.**



**Figuras 58 a 61:** Montagem da Fuselagem \_1, 2, 3 e 4

(Fonte: <http://www.avcom.co.za/> – Acessado em: 22/05/2016)



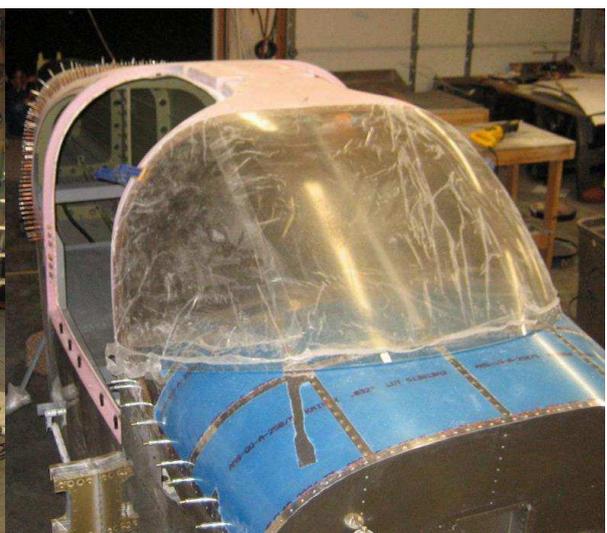
**Figuras 62 e 63:** Montagem da Fuselagem \_5 e 6

(Fonte: <http://briansrv10.squarespace.com/fuselagem> – Acessado em: 22/05/2016)



**Figuras 64 e 65:** Montagem da Fuselagem \_7 e 8

(Fonte: <http://briansrv10.squarespace.com/fuselagem> – Acessado em: 22/05/2016)



**Figuras 66 e 67:** Montagem da Fuselagem \_9 e 10

(Fonte: <http://briansrv10.squarespace.com/fuselagem> – Acessado em: 22/05/2016)



**Figuras 68 a 71: Montagem da Fuselagem\_11, 12, 13 e 14**

(Fonte: <http://briansrv10.squarespace.com/fuselage> – Acessado em: 22/05/2016)

### Montagem: Tapeçaria

Instalação da tapeçaria, sendo: os bancos, console central, laterais, carpete, teto e console do teto. **Figuras 72 a 75.**



**Figuras 72 e 73: Montagem da Tapeçaria\_1 e 2. (Fonte: Própria)**



**Figuras 74 e 75: Montagem da Tapeçaria\_3 e 4. (Fonte: Própria)**

### **Montagem: Elétrica/Painel**

Chicotes elétricos, painel e instrumentos. **Figuras 76 a 78**



**Figuras 76 a 78: Montagem do Painel\_1, 2 e 3. (Fonte: Própria)**

### Montagem: Instalação do Motor e Hélice

Instalação do motor, hélice, sensores, chicotes elétricos e acessórios. **Figuras 79 e 80**



**Figuras 79 e 80:** Instalação do Motor e Hélice\_1 e 2. (Fonte: Própria)

### 7) Pintura

Métodos para pintar a aeronave depois de finalizada, etapa na qual requer (caso não seja uma) a contratação de mão de obra especializada. **Figuras 81 a 83**



**Figuras 81 a 83:** Pintura da Aeronave\_1, 2 e 3. (Fonte: Própria)

## 8) Aeronaves Prontas

Por fim, após um longo prazo montando, o sonho torna-se realidade! **Figuras 84 e 85.**



**Figuras 84 e 85:** Aeronaves Prontas\_1 e 2.

(Fonte: [www.vansaircraft.com](http://www.vansaircraft.com) – Acessado em: 22/05/2016)

### 3.4. PRÁTICAS COMPLEMENTARES SEGUNDO - IS 21.191-001A

#### 3.4.1. PROJETO E CONSTRUÇÃO

Antes de adquirir um *kit* para construção de uma aeronave, o construtor amador deve estar familiarizado com as informações constantes nas publicações aplicáveis ao tipo de aeronave que pretende construir, a qual se trata de manuais da aeronave, motor, hélice e instrumentação, assim como, os regulamentos brasileiros vigentes. Uma lista a seguir é utilizada como um primeiro passo acerca de itens importantes para verificação e cuidados, porem, não substitui a consulta à literatura especializada ou às associações. (Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)

- Todo o processo de montagem deve ser devidamente documentado com fotos detalhando as etapas e evidenciando a montagem, além de descrições e observações, as quais devem ser feitas periodicamente. Toda essa documentação deve ser acessível para consulta da ANAC a qualquer momento, quando solicitada. (Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).

- A andamento da construção, recomenda-se 3 (três) vistorias auditáveis, sendo 2 (duas) intermediárias para verificação da montagem, as quais podem ser feitas pelo Orientador Técnico com o apoio do Engenheiro Responsável, sendo que a inspeção final deve ser obrigatoriamente feita pelo Engenheiro Responsável com fotos detalhadas, descrições e observações. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- Recomenda-se que o projeto forneça proteção contra cantos, bordas cortantes e saliências que possam causar ferimentos aos ocupantes, bem como não oferecer um possível acúmulo de tensão para uma futura trinca. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- Devem ser instalados cintos de segurança, abdominais e de ombro, sempre que possível, para cada ocupante, de preferência aprovados para uso aeronáutico. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- A aeronave deve ser provida de meios adequados de proteção contra fogo, ao qual também recomenda-se a instalação de uma "parede de fogo", quando aplicável, isolando o compartimento do motor das demais partes da aeronave, sendo que a mesma são uma chapa de Inox. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- Pelo menos um extintor de incêndio, com agente extintor especificado em documentos técnicos apropriados, deve equipar a cabine, em local acessível para uso em voo, exceto quando se tratar de aeronave não motorizada ou com cabine totalmente aberta. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- O construtor amador deverá manter um registro de todas as modificações introduzidas no projeto original. Tanto o Orientador Técnico quanto o Engenheiro Responsável deverão ser notificados das eventuais modificações no projeto da aeronave, porém, o autor do projeto, seja consultado antes que sejam implementadas quaisquer modificações. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- O projeto de tanques de combustível deve prever espaço para expansão de gases, decantação, suspiro e sistema de drenagem. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**

- Recomenda-se que o projeto de aeronaves com asa baixa e trem de pouso convencional tenha uma estrutura de proteção no *cockpit* para caso de pilonagem. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- É “de extrema importância que a instalação do grupo motopropulsor seja submetida a testes no solo, sendo realizado em várias rotações, a partir da marcha lenta até a potência máxima, simulando as situações mais críticas, a fim de assegurar que todos os sistemas estejam operando adequadamente, lembrando que o proprietário sempre deve seguir a recomendação do fabricante quanto a utilização do combustível recomendado, no qual em geral é utilizado o Avgas 100 LL onde, LL significa *Low Lead*, que é a gasolina mais utilizada na aviação, sendo de “baixo chumbo. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- A utilização de materiais aprovados para uso aeronáutico na construção de aeronaves por amadores, especialmente na estrutura primária e sistemas críticos, é de extrema importância para segurança e confiabilidade, assim como partes estruturais feitas em materiais compostos (fibra de vidro, fibra de carbono, etc.) deverão ser fabricadas segundo normas e processos consagrados pela indústria. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- Recomenda-se que serviços como soldagem, usinagem, rebtagem, entre outros, sejam executados por pessoas experientes no respectivo tipo de serviço, sempre respeitando o critério da porção maior, ao menos que o proprietário obtenha este conhecimento. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**
- Recomenda-se que cada tanque de combustível, metálico ou não metálico, seja submetido a um ensaio de pressão hidrostática e suporte, sem falha ou vazamento, à pressão de 24,13 kPa (3,5 psi) ou à pressão desenvolvida durante a aplicação do fator de carga máximo de manobra com o tanque totalmente abastecido, porem antes efetuar os teste consulte as publicações do fabricante do *kit* afim de encontrar melhores recomendações. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC).**

### 3.5. DOCUMENTAÇÃO DAS AERONAVES EXPERIMENTAIS

#### 3.5.1. PROCEDIMENTO PARA ABERTURA DO PROCESSO H.03 PARA CONSTRUÇÃO AMADORA - ANAC

A pessoa interessada na construção amadora de uma aeronave deve enviar um requerimento padronizado solicitando a abertura de processo de avaliação de projeto de CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DE AERONAVE DE CONSTRUÇÃO AMADORA, no qual o mesmo recebe o nome de PROCESSO H.03, lembrando que este procedimento deve ser realizado **antes do início das atividades de montagem**. Esse procedimento deve ser preenchido pelo construtor acompanhado de um Engenheiro Aeronáutico ou Engenheiro Mecânico com as mesmas atribuições do Aeronáutico.

O requerimento mencionado acima deve ser acompanhado dos seguintes formulários padronizados listados abaixo e disponíveis em no site da ANAC, em:

- **F-100-50B:** Solicitação de Enquadramento de Aeronave Experimental e Leve Esportiva – Neste documento dá-se a abertura de fato do processo H.03, no qual, devem-se informar todos os dados da aeronave, do construtor, tipo de projeto (desenvolvimento ou *Kit*), dados do Engenheiro, eventuais técnicos que auxiliarão na montagem, entre outros.
- **F-100-81:** Tarefas de Fabricação e Montagem – Neste formulário o proprietário indicará a porcentagem que ele se encarregará de cumprir durante a montagem da aeronave, na qual, não pode ser menor que 51% - Critério de porção maior previsto no RBAC 21.191 (g)(1)
- **F-100-95:** Declaração de Construção Amadora – Neste formulário o proprietário declara que a aeronave terá a maior parte construída por ele conforme - Critério de porção maior previsto no RBAC 21.191 (g)(1).
- **Cronograma:** É necessário apresentar um cronograma estimado da montagem detalhado (Documento não padronizado, no entanto, deve ser simples e objetivo contendo os dados do fabricante, dados da aeronave e as datas planejadas de início e termino de cada atividade de montagem da aeronave escolhida).

• **Fotos:** Fotos do Engenheiro com o proprietário do *Kit* ao lado do *Kit* e durante as principais tarefas, sejam elas com o proprietário ou contração técnica especializada. Toda a construção deve ser devidamente documentada com fotos detalhadas, descrições e observações. As fotos devem ser encaminhadas periodicamente a ANAC através do canal de comunicação [experimental@anac.gov.br](mailto:experimental@anac.gov.br). A ANAC pode agendar visitas periódicas para acompanhamento das atividades e toda a documentação (nota fiscal da compra do *Kit*, documentos encaminhados a ANAC e fotos) deve estar acessível para consulta da ANAC a qualquer momento;

• **Reserva de Marca:** Após a abertura do Processo H.03, o proprietário, pode escolher o prefixo da aeronave de acordo com a categoria e informar a ANAC juntamente com o comprovante da reserva de marca e comprovante de pagamento da GRU referente à TFAC solicitada, onde:

**GRU** – Refere-se à Guia de Recolhimento da União, na qual, faz referencia a um documento específico, com código de barras e compensável em banco.

**TFAC** – Refere-se à Taxa de Fiscalização da Aviação Civil.

Após preencher todos os documentos e encaminhar a ANAC por correspondência, a mesma notificará o construtor amador por e-mail e correspondência para que acompanhe o andamento do processo no portal da ANAC, assim como demonstrado na **Figura 86**.

Processos de Construção Amadora de Aeronaves (H.03) - Detalhes

II. Consulta do Andamento do Processo

Nº do Protocolo de Abertura: ./- (apenas números)

II. Detalhamento do Processo

Nº do Protocolo: 00066.052756/2015-64      Aberto em: 08 dez. 2015  
 Nº do Processo: H.03-5487      Cadastrado em: 08 dez. 2015  
 Solicitante: Caio César Jardini Jordão (CAIO JORDÃO)  
 Construtor: Caio César Jardini Jordão (CAIO JORDÃO)  
 Projetista: INPAER - Indústria Paulista de Aeronáutica LTDA (INPAER)  
 Aeronave: EXPLORER      S/N: EXP-014  
 Tipo da Construção: Conjunto de fabricação nacional  
 Engenheiro: Reuel de Matos Oliveira  
 Doc. de Notificação: Arquivo PDF da 1ª Notificação

Status do Processo (datado de 08 dez. 2015):

Aguardando apresentação do Laudo

Pendências:

Item	Descrição	Status
01	Enviar fotos da construção da aeronave, conforme evolução de acordo com cronograma de montagem.	Aberta

**Figura 86:** Tela da ANAC - Processo de Construção Amadora de Aeronaves (H.03)

(Fonte: [www2.anac.gov.br/certificacao/AvGeral/H03Processos.asp](http://www2.anac.gov.br/certificacao/AvGeral/H03Processos.asp) – Acesso em:

22/05/2016)

### 3.6. VISTORIA FINAL

Ao final da construção, o construtor amador deve encaminhar à ANAC o Laudo de Vistoria Final de Aeronave, devidamente assinado pelo Engenheiro Responsável, atestando a conformidade com o projeto e em seguida o proprietário deve contatar um PCA da ANAC (Profissional Credenciado em Aeronavegabilidade), para, por fim, fazer o agendamento da VTI (Vistoria Técnica Inicial). Para isso, serão necessários mais um formulário padronizado e procedimentos, conforme os listados abaixo:

- **F-100-94:** Atestado de Conclusão de Aeronave de Construção Amadora – Neste formulário, o Engenheiro atesta que a aeronave está cumprindo os padrões de segurança e foi devidamente montada e supervisionada. Informa os dados da aeronave, o número do processo H.03 e o número da ART recolhida referente a este processo.
- **Ficha de Peso e Balanceamento:** A aeronave deve ser nivelada e pesada, de acordo com especificações do fabricante. Nesta etapa deve-se fotografar mais algumas vezes o Engenheiro e proprietário ao lado da Aeronave. Após pesagem elaborar uma ficha de peso e balanceamento simulando cada possível configuração de voo, como: tanques cheios, cada passageiro a bordo e bagagens.
- **Fotos:** Fotos do Engenheiro com o proprietário do *Kit* ao da aeronave durante realização da pesagem e posteriormente da aeronave pronta.

#### 3.6.1. VTI - VISTORIA TÉCNICA INICIAL

Como procedimento final para emissão dos documentos que autorizam a aeronave, operar regularmente, deverá ser realizado uma Vistoria Técnica Inicial – VTI, com o intuito de emitir o Laudo de Vistoria Final de Aeronave, no qual, deverá ser verificado pelo PCA (Profissional Credenciado em Aeronavegabilidade) da ANAC e antes realizado e checado pelo proprietário e o Engenheiro Responsável contratado, se os itens abaixo estão conforme a IS 21.197-001A – ANAC. Sendo, que:

- a) A aeronave deverá estar, devidamente acabada, equipada e cumprido o procedimento de peso e balanceamento e determinado a posição do Centro de Gravidade – CG vazio e foi elaborado o respectivo diagrama de carregamento, no entanto, o PCA possa requerer que seja feito o peso e balanceamento em sua presença. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)**
- b) Está pintada na aeronave, de maneira facilmente legível e próxima à entrada, em letras entre 5 (cinco) e 15 (quinze) cm de altura, a palavra "EXPERIMENTAL", conforme requerido pela seção 45.23-I do RBAC 45. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)**
- c) Exista, na aeronave, em local bem visível por todos os ocupantes, uma placa de advertência com o seguinte dizer:

“ESTA AERONAVE NÃO SATISFAZ AOS REQUISITOS DE AERONAVEGABILIDADE. VOO POR CONTA E RISCO PRÓPRIOS, SENDO PROIBIDA A SUA EXPLORAÇÃO COMERCIAL”

**(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)**

- d) Estão instaladas na aeronave as marcas, placares, tabelas e marcações dos instrumentos, indicando todas as limitações operacionais previstas, tais como: Marcações dos instrumentos de bordo, limites de operação do motor, limites de velocidade e advertências, e Cartão de calibração da bússola. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)**.
- e) Esteja fixada (soldada ou rebitada) uma placa metálica de identificação da aeronave, de aço inoxidável, contendo, em baixo relevo, pelo menos, as seguintes informações: Projetista, Construtor, Modelo, Número de série, Ano de fabricação, Marcas de nacionalidade e de matrícula (Prefixo). **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)**.
- f) Todos os comandos estão identificados e marcados corretamente, quando aplicável. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)**.
- g) Foi determinada a conformidade da aeronave com os dados do projeto, como, por exemplo: medidas principais, simetria, deflexão das superfícies de comando, lista de equipamentos básicos. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)**.
- h) Foram efetuados ensaios de funcionamento dos sistemas de combustível, elétrico, hidráulico, pneumático, mecânicos e grupo motopropulsor de acordo com o projeto envolvido. **(Fonte: IS 21.197-001A - ANAC)**.

- i) Foram instalados cintos de segurança abdominal e de ombro, um para cada ocupante, de acordo com o projeto envolvido. (**Fonte:** IS 21.197-001A - ANAC).
- j) Estão marcados o tipo do combustível e a capacidade (em litros) de combustível utilizável em cada tanque, próximo aos bocais de reabastecimento. (**Fonte:** IS 21.197-001A - ANAC).
- k) A aeronave está equipada com, no mínimo, 1 (um) extintor de incêndio e 1 (um) ELT quando aplicável de acordo com o projeto e RBHA 91. (**Fonte:** IS 21.197-001A - ANAC).
- l) Deverá estar abordo as cadernetas de hélice, motor e célula, assim como o diário de bordo devidamente preenchido e em adendo, também deverá estar abordo uma pasta contendo a Ficha de Peso e Balanceamento, Manual de Operação, Manual de Manutenção, *Check List*, contendo procedimento de Partida, Corte e Emergências, e por fim o Seguro R.E.T.A. vigente acompanhado do seu comprovante de pagamento. (**Fonte:** IS 21.197-001A - ANAC).

Após a vistoria, o PCA, estará com o formulário preenchido, salvo em alguns casos que possa haver não conformidade para posterior cumprimento ou apenas não conformidades, das quais, possam ser cumpridas durante a VTI.

Em sua próxima atividade, o PCA, irá revisar e encaminhar o relatório final da VTI a GGCP da ANAC (Gerência Geral de Certificação de Produto Aeronáutico), a fim de, encerrar o Processo H.03 e definitivamente registrar a aeronave no RAB (Registro Aeronáutico Brasileiro). O PCA entregando o relatório a GGCP da ANAC, será aberto um novo protocolo, no qual, é possível acompanhar seu processo até o efetivo registro - **Figuras 87 e 88**.

:: Informações do processo		
Data de criação:	07/12/2015	
Marca:	PR-ZLO	
Número:	00065.164412/2015-15	
:: Andamento		
Fase	Data de recebimento	Detalhe
PROTOCOLO	07/12/2015 09:08	
ANÁLISE	07/12/2015 09:23	
PROCESSAMENTO	11/12/2015 14:59	REGISTRO E CADASTRAMENTO
CHEFIA	08/01/2016 18:14	CME e CAV encaminhados para Assinatura e posterior envio ao Operador pelo Correio.
PROTOCOLO	21/01/2016 10:26	ENCAMINHAM-SE PARA INSCRIÇÃO NO LIVRO.
ARQUIVO	04/03/2016 20:40	LIVRO OK.

**Figura 87:** Acompanhe seu Protocolo

(**Fonte:** <https://sistemas.anac.gov.br/scprab/relatorios/listarprocessoweb.asp> – Acesso: 12/03/2016)

MATRÍCULA: PRZLO	
<b>Proprietário:</b>	ALOIZIO RODRIGUES
<b>CPF/CGC:</b>	55095089653
<b>Operador:</b>	ALOIZIO RODRIGUES
<b>CPF/CGC:</b>	55095089653
<b>Fabricante:</b>	Aloizio Rodrigues
<b>Modelo:</b>	RV-10
<b>Número de Série:</b>	41241
<b>Tipo ICAO :</b>	ZZZZ
<b>Tipo de Habilitação para Pilotos:</b>	MNTE
<b>Classe da Aeronave:</b>	POUSO CONVENCIONAL 1 MOTOR CONVENCIONAL
<b>Peso Máximo de Decolagem:</b>	1224 - Kg
<b>Número Máximo de Passageiros:</b>	003
<b>Categoria de Registro:</b>	PRIVADA EXPERIMENTAL
<b>Número dos Certificados (CM - CA):</b>	160104
<b>Situação no RAB:</b>	
<b>Data da Compra/Transferência:</b>	
<b>Data de Validade do CA:</b>	
<b>Data de Validade da IAM:</b>	ABORDO
<b>Situação de Aeronavegabilidade:</b>	Normal
<b>Motivo(s):</b>	
Consulta realizada em: 12/03/2016 00:12:48	

**Figura 88:** Consulta a tela do RAB.

(Fonte: [www2.anac.gov.br/aeronaves/cons\\_rab.asp](http://www2.anac.gov.br/aeronaves/cons_rab.asp) – Acesso em: 12/03/2016)

## 4. RESULTADOS ESPERADOS

### 4.1. CUSTO FINAL DA CONTRUÇÃO AMADORA X AERONAVE INDÚSTRIALIZADA

Não existe um número extremamente exato para isso, mas falando de *homebuilt*, em especial, *Kit* para ultraleves básicos prontos, pode se calcular algo por volta de R\$ 50.000,00 a R\$ 65.000,00 sendo que a média de custo de um *Kit* gira em torno dos R\$ 35.000,00 aqui no Brasil, citando, por exemplo, o Star Fox V5 Tanden, entre outras aeronaves da categoria ultraleve – **Figura 89**. Para atingir o valor final mencionado acima, deve levar em consideração a soma dos custos de pintura, motor entre outros componentes, dos quais, são necessários e a gosto do proprietário, sendo assim o valor pode facilmente ultrapassar os R\$ 65.000,00.



**Figura 89:** Star Fox V5 Tandem.

(Fonte: [www.airliners.net](http://www.airliners.net) – Acesso em: 16/05/2016)

Há outros meios para adquirir uma aeronave mais em conta ou com formas de pagamento mais espaçadas, como por exemplo, encontrar um amigo que desistiu de montar e gostaria de vender a custos simbólicos. Mas acima de tudo é importante ter os recursos para ver o projeto ir pra frente.

Outra boa alternativa é você ir comprando sua aeronave por partes, na Aviação Brasileira em específico, na representante da Zenit no Brasil, você pode começar a construir a aeronave Stol, conforme **Figura 90**, pelo leme investindo algo em torno de R\$ 2.000,00 e assim por diante.



**Figura 90:** Aeronave Stol.

(Fonte: [www.aeroanuncios.com.br](http://www.aeroanuncios.com.br) – Acesso em: 16/05/2016)

Para melhor controlar seus custos, inicie com a mesma ideia, a qual, o motivou para a escolha inicial da aeronave. Sendo assim, reflita os pontos abaixo:

Para qual finalidade comprarei a aeronave? Utilizarei a trabalho ou lazer? Qual a minha necessidade, referentes a equipamentos, motorização e conforto?

São perguntas que devem ser feitas antes da compra. Lembre-se que há diversas aeronaves, assim como acessórios, por exemplo, instrumentos de painel, interior ou grupo motopropulsor. Alguns exemplos práticos de economia, bem como linha de raciocínio para outras avaliações é refletir sobre os acessórios da aeronave, por exemplo, se aeronave foi pretendida não incluir voo IFR, não há necessidade de instrumentação IFR ou se não for realizar somente voos diurnos, pode economizar no conjunto de luz.

Falando de aeronaves avançadas e de alto desempenho, na **Tabela 8** abaixo segue os custos aproximados de um RV-10. Custos estes, convertidos em Real (R\$), porém, considerando o *Kit* ainda nos Estados Unidos, assim, aqui no Brasil devemos considerar em média 30% a mais do valor total referentes a encargos de importação.

<b>Planilha de Custo de um RV-10</b> Cotação Realizada em 02/06/2016		
<b>Kit Fuselagem</b>	• Asas	\$ 10.485,00
	• Fuselagem	\$ 16.060,00
	• Empenagem	\$ 4.050,00
	• Acabamentos	\$ 15.495,00
	• Farol Pouso e Luzes de Navegação	\$ 95,00
	• Compensador do Aileron	\$ 330,00
	• Boias do Tanque	\$ 58,00
	• Flap Position	\$ 225,00
	• <i>Kit</i> Linha Estática	\$ 19,00
<b>Grupo Moto Propulsor</b>	• Motor YIO-540	\$ 47.400,00
	• Quadrante de Manetes	\$ 570,00
	• Slick Start	\$ 820,00
	• Bomba de Combustível Elétrica	\$ 670,00
	• Hélice c/ Governador	\$ 9.145,00
<b>Acabamentos Finais</b>	• Pintura	\$ 3.000,00
	• Tapeçaria	\$ 3.000,00
	• Painel (Porte Médio - Categoria)	\$ 20.000,00
<b>Total (Dólar)</b>		<b>\$ 131.422,00</b>
<b>Total (Real) Dólar a R\$ 3,60</b>		<b>R\$ 473.119,20</b>

**Tabela 8:** Custos aproximados de um RV-10. (Fonte: Própria)

Para aeronaves novas e usadas o valor comercial varia de acordo com a configuração da mesma, sendo levado em conta o estado de conservação da aeronave, registros de manutenção e incidentes (caso tenha incidentes, deixar evidente quem realizou os reparos). Os valores dos RV-10 com configuração de painel nível básico (analógico) é possível ser encontrado a partir de R\$ 650.000,00 e aproximadamente 500 horas voadas, no entanto há RV-10 sendo oferecido no mercado á R\$ 1.602.000,00. Em uma pesquisa mais abrangente o valor médio tem ficado por volta de R\$ 850.000,00, equipado com um painel de porte médio e voo em média 300 horas totais. (**Fonte:** <http://www.aeromercado.com.br>).

Embora, não estejam listados os encargos do Engenheiro Aeronáutico, Suporte Técnico e contas fixas excedentes como, Água e Luz, o final pode subir até R\$ 80.000,00, sendo que um Suporte Técnico hoje em dia custa em média **R\$ 75.000,00** e abrange serviços como: Mecânico, Eletricista, Tapeçaria, Pintura e Aulas de voo para adaptação. Porém caso o proprietário dispense os serviços, o custo final pode ficar mais em conta.

Os Engenheiros Responsáveis por sua vez, desempenham sua função por um valor médio de mercado de R\$ 5.000,00.

Concluindo a comparação entre comprar uma aeronave pronta e montar uma desde o início, conforme demonstrado ao longo do trabalho, mesmo com a contratação dos serviços de suporte técnico completo, a economia inicia-se por volta dos R\$ 100.000,00, lembrando que a comparação, foi embasada na aeronave modelo RV-10.

## **4.2. CUSTO PARA MANTER A AERONAVE**

Para estimar o custo mensal de uma aeronave experimental, levando em consideração a aeronave RV-10 e um estimulado de 100 horas por ano, baseados nos dados estatístico da empresa CTM Aero, na qual, hoje em dia realiza manutenções em aeronaves experimentais, será considerado 1 ano de operação normal em pista de asfalto.

### **1) REVISÕES**

A aeronave passará por 2 revisões operando 100 horas/ano, sendo uma revisão de 50 horas (**R\$ 2.250,00**) e uma revisão de 100 horas (**R\$ 2.950,00**) – Total: **R\$ 5.200,00**.

### **2) RIAM (IAM) – Relatório de Inspeção Anual de Manutenção (Inspeção Anual de Manutenção)**

A aeronave passará por uma IAM no valor de **R\$ 1.200,00**;

**3) RETA – Responsabilidade do Explorador ou Transportador Aéreo**

Para emissão da RIAM a aeronave deverá estar com o seguro RETA em dia, no qual o valor médio é **R\$ 1.100,00**;

**4) COMBUSTÍVEL**

A aeronave em 100 horas de voo consome em média 4000 litros (40 litros/horas) de combustível, a um valor médio de **R\$ 6,50** por litro, portanto, ao final de 100 horas o custo total é de **R\$ 26.000,00**;

**5) HANGARAGEM / LIMPEZA**

A aeronave de preferência deverá ficar em um local fechado e seguro, caso o proprietário não possua um hangar, o custo médio mensal em aeroportos municipais para aeronaves desse porte é de **R\$ 1.000,00** por mês e mais uns **R\$ 150,00** por mês (opcional) referente a serviços de limpeza, assim o custo anual é **R\$ 13.800,00**.

Portanto, ao somarmos os custos totais de operação durante 1 ano, o valor final é de **R\$ 47.300,00**. Se dividirmos por mês (12 meses) esse valor é **R\$ 3.941,60 / mês**. Especificando ainda mais, o custo total por hora voada sai por **R\$ 473,00**.

**Observação:** Não estão inclusos tarifas aeroportuárias e taxas FISTEL referentes à ANATEL.

## 5. CONCLUSÃO

Conforme citado no início do trabalho, e demonstrado ao longo dos tópicos, fica claro a expansão da categoria experimental no Brasil no decorrer dos últimos anos, contudo, há diversas lacunas nos regulamentos hoje vigentes e com isso, torna-se difícil a busca por repostas referente à questão da montagem amadora, ao qual, não direciona o verdadeiro objetivo ou intenção do mesmo. Contudo está acontecendo uma mudança na cultura de quem possui essas aeronaves experimentais, pois tratam-se de pessoas que colocam suas famílias dentro das aeronaves, sejam para viagens, ou utilização no dia a dia para ter mais comodidade nos deslocamentos referentes aos seus compromissos.

Devido também a mudança e cobrança por melhores adequações em constante crescimento da cultura dos aviadores de aeronaves experimentais no Brasil, hoje em dia a ANAC busca constantemente estabelecer para cada segmento da aviação o nível de segurança adequado, que é definido pelo balanço entre o papel executado por cada segmento dentro da aviação civil brasileira e a viabilidade econômica da atividade. Assim sendo, aeronaves de transporte de passageiros e carga, ou que voam irrestritamente pelo espaço aéreo brasileiro estão submetidas a um rígido conjunto de regras a fim de se garantir o alto nível de segurança do transporte aéreo nacional. Já o segmento experimental é orientado e monitorado no sentido de se incentivar um desenvolvimento constante e o mais seguro possível da aviação, sem, no entanto, inviabilizar as iniciativas do setor, tão importantes para o desenvolvimento da cultura aeronáutica no país.

Em relação aos custos desenvolvidos hoje no mercado da aviação experimental, produções em linha dessas aeronaves acontecem, no entanto, o custo relativo final é muito alto e alguns optam por comprar o *Kit* e montar em casa, porém acabam encontrando diversas dificuldades e esse trabalho conclui demonstrando ideias e boas práticas para montagem de aeronaves provenientes de *Kits*, assim como é possível realiza-las com segurança apoiando-se nos regulamentos vigente.

Espera-se conforme citado nos títulos anteriores, fomentar a categoria das aeronaves experimentais, com estudo e boas práticas de acordo com o tema escolhido. Com intenção também de elaboração de um material de pesquisa, relacionando normas, procedimentos para registro na ANAC e emissão do CAV e CME (Certificado de Autorização de Voo e Certificado de Marca Experimental), procedimentos de montagem, espaço para a montagem, conhecimento e ferramental necessário para uma satisfatória montagem.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

F.C. CAMPBELL – Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials – 1ª Edição – 2006.

WILLIAN D. CALLISTER, JR – Livro PLT (Programa Livro Texto Anhanguera 2010) - Materiais -. 2010

DALE HURST. Aircraft Structural Technician – Order Number: T-AST 1 – Aircraft Sheet Metal.

LARRY REITHMAIER & RONALD STERKENBURG. Standard Aircraft Handbook – Seventh Edition – For Mechanics and Technicians.

ABUL – Associação Brasileira de Ultraleves – Legislação RIAM. Disponível em: <<http://www.abul.com.br/guiart.htm>>. Acessado em: 02/03/2016

ABRAFAL – Associação brasileira de fabricantes de aeronaves. Legislação. Disponível em: <<http://abrafal1.site.com.br/>> Acessado em: 02/03/2016

ABRAEX - Associação brasileira de aviação experimental. Notícias, Realização de um grande sonho de um associado. Disponível em: <<http://www.abraex.com.br/>>. Acessado em 02/03/2016

ANAC – RAB – Consulta Registro Aeronáutico Brasileiro. Disponível em: <[http://www2.anac.gov.br/aeronaves/cons\\_rab.asp](http://www2.anac.gov.br/aeronaves/cons_rab.asp)>. Acesso em: 10/03/2016

SINTAC – ANAC – Acompanhe seu Processo – Registro no RAB. Disponível em: <<https://sistemas.anac.gov.br/scprab/relatorios/listarprocessoweb.asp>>. Acessado em: 10/03/2016

ANAC – Acompanhe seu Processo – Construção Amadora – H.03. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/certificacao/AvGeral/H03ProcessosList.asp>>. Acessado em 11/03/2016

FAA - Certification and Operation of Amateur-Built Aircraft. Disponível em: <[http://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory\\_circular/ac%2020-27g.pdf](http://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac%2020-27g.pdf)>. Acessado em: 05/05/2016

FAA – Advisory Circular – AC 43.13-1B – ACCEPTABLE METHODS TECHNIQUES, AND PRACTICES - AIRCRAFT INSPECTION AND REPAIR. Disponível em: <[http://www.faa.gov/regulations\\_policies/advisory\\_circulars/index.cfm/go/document.information/documentid/99861](http://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentid/99861)>. Acessado em: 05/05/2016

VAN'S AIRCRAFT. Kit Prices and Lead Times. Disponível em: <<http://www.vansaircraft.com/public/kit-prices.htm>>. Acessado em: 06/05/2016

VAN'S AIRCRAFT. RV-10 General Information / Revisions. Disponível em: <<http://www.vansaircraft.com/public/rv10.htm>>. Acessado em: 06/05/2016

VAN'S AIRCRAFT. Service Information. Disponível em: <<http://www.vansaircraft.com/public/service.htm>>. Acessado em: 07/05/2016

MANUAIS VAN'S AIRCRAFT – Montagem, Manutenção e Operação – Aeronaves: RV-3, RV-4, RV-6, RV-6A, RV-7, RV-7A, RV-8, RV-8A, RV-9, RV-9A, RV-10, RV-12 e RV-14 – VAN'S AIRCRAFT, 2015.

AERO MERCADO – A escolha de uma aeronave experimental – Disponível em: <<http://www.aeromercado.com.br/nvtecc1.asp>>. Acessado em 25/03/2016

ANAC. Programa de Fomento á Certificação de Projetos de Aviões de Pequeno Porte - iBR2020 - Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/ibr2020/index.html>>. Acessado em 22/04/2016.

ANAC – IS 91.409-001A Manutenção de aeronaves equipadas com motores convencionais, tempo recomendado entre as revisões gerais - Origem: SAR/GTPN - Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2014/IS91409-001A.pdf>>. Acessado em: 22/04/2016.

ANAC – IS 21.191-001A – Assunto: Aeronaves de Construção Amadora - Origem: SAR/GTPN - Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/IS21.191-001A.pdf>>. Acessado em 24/04/2016.

ANAC – RBAC 21 – Certificação de Produto Aeronáutico - Origem: SAR. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC21EMD01.pdf>>. Acessado em 09/05/2016

ANAC – RBHA 91 – Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha091.pdf>>. Acessado em 25/04/2016

ANAC – RBHA 103A – Veículos Ultraleves. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha103.pdf>>. Acessado em 25/04/2016.

ANAC – RBAC 01 – Definições, Regras de Redação e Unidades de Medida para Uso nos RBAC – Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac>>. Acessado em 28/05/2016.

ANAC – MPR-100-005-P – Manual de Procedimentos - Revisão 05 - Assunto: Certificação de Aeronavegabilidade - Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/certificacao/MPR/Textos/MPR-100-005-P.pdf>>. Acessado em 30/04/2016.

ANAC – Certificação – Formulários Padronizados. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/certificacao/Form/Form.asp>>. Acessado em 30/04/2016.

ANAC - Instruções gerais sobre aviação experimental e leve esportiva - Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/certificacao/AvGeral/ProcessoH03/instrucoes.pdf>>. Acessado em 30/04/2016.

Mouser's RV-10 – Planning and Workshop Preparation. Disponível em: <<http://mouser.org/projects/rv-10/workshop.html>>. Acessado em: 23/05/2016

Newstand – Construa sua Aeronave. Disponível em: <<https://www.newstand.com.br/construa-sua-aeronave/>>. Acessado em: 29/05/2016

ANAC – Notícias – Você conhece a Aviação Experimental?. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/noticias/voce-conhece-a-aviacao-experimental>>. Acessado em: 29/05/2016

COSTA NETO, Pedro L. O. et al. **Qualidade e competência nas decisões**. 1. ed. São Paulo: Editora Blücher, 2007.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **NASA Cost estimating handbook**. V 4.0. NASA, 2015. Disponível em <[http://www.nasa.gov/pdf/263676main\\_2008-NASA-Cost-Handbook-FINAL\\_v6.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/263676main_2008-NASA-Cost-Handbook-FINAL_v6.pdf)>. Acesso em: 25/05/15.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. 4. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc. 2008.