

# Berçário de aviões

Yuri Vasconcelos



## CAPA

Brasil tem cerca de 20 fábricas de pequenas aeronaves, que investem em inovações e na colaboração com universidades para crescer

**E**m maio deste ano, pela primeira vez no Brasil, um avião elétrico tripulado voou, colocando o país no seleto grupo de nações que dominam a tecnologia de fabricação de aeronaves elétricas. O voo aconteceu em São José dos Campos, cidade paulista que abriga o maior polo aeronáutico do país e é sede da Embraer, terceira maior fabricante mundial de jatos comerciais de passageiros. O Sora-e pertence à ACS-Aviation, uma das cerca de 20 empresas brasileiras que se dedicam à fabricação de pequenos aviões classificados pela Agência Nacional de Aviação (Anac) como experimentais ou aeronaves leves desportivas. Essas últimas, uma subcategoria dos experimentais criada pela Anac em 2011, são conhecidas pela sigla LSA, de *light sport aircraft*, e podem ser vendidas completas, enquanto os experimentais de construção amadora são aeronaves leves, não homologadas, que vão para o mercado em forma de *kits* e precisam ter 51% de sua montagem feita pelo comprador, normalmente um piloto privado.

Metade dos fabricantes desses aviões está localizada no interior de São Paulo, enquanto os outros se espalham por Goiás, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Pernambuco, Santa Catarina, Paraná e Bahia. O Brasil tem o segundo maior mercado global de aviões experimentais, só superado pelos Estados Unidos. Segundo dados da Anac, existiam no país 4.958 aeronaves desse tipo em 2013. Principalmente destinados a pilotos amadores que querem voar em equipamento próprio, esses aviões são usados para lazer, recreação ou transporte pessoal, e não podem ser empregados em qualquer atividade comercial. “O Brasil é um país com dimensões continentais que comporta essa variação de aviões para atender às mais diversas necessidades”, explica Humbert Peixoto Silveira, presidente da Associação Brasileira de Aviação Experimental (Abraex). Os aviões experimentais custam a partir de R\$ 50 mil, enquanto os LSA – os esportivos – saem até por R\$ 750 mil.

Apesar do porte pequeno e da capacidade limitada a dois ou quatro ocupantes, segundo Humbert, os experimentais são veículos tecnologicamente avançados. “No mundo todo, a aviação experimental funciona como um laboratório para as grandes fábricas de aviões, como Airbus, Boeing e Embraer. Esses aparelhos nascem de projetos inovadores em termos de estrutura e aerodinâmica, são construídos a partir de técnicas aprimoradas de fabricação, utilizam novos materiais em sua estrutura e são equipados com aviônicos [equipamentos elétricos e eletrônicos dos aviões] digitais e motores potentes, que podem levar alguns modelos a voar a mais de 300 quilômetros por hora [km/h]”, diz.

O voo do Sora-e corou dois anos de trabalho do engenheiro aeronáutico formado pela Universidade Federal de Minas Ge-



Túnel de vento para testes na UFMG e desenhos de aeronaves feitos por alunos da universidade



1

rais (UFMG) Alexandre Zaramella, sócio-diretor da ACS-Aviation, empresa localizada em São José dos Campos (ver Pesquisa FAPESP nº 228). “Existem no mundo meia dúzia de companhias focadas no desenvolvimento de aviões elétricos. E nós somos uma das poucas com um aparelho testado em voo”, diz ele. O desenvolvimento do Sora-e – uma versão do principal modelo da ACS-Aviation, o Sora com motor a combustão – teve a parceria do Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Montagem de Veículos Movidos a Eletricidade da Itaipu Binacional e recebeu uma subvenção de R\$ 500 mil da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), destinada à criação de um sistema elétrico para aeronaves. O avião tem dois motores elétricos de 35 quilowatts (kW) cada um, alimentados por um conjunto de seis baterias de lítio íon polímero de 400 volts, que podem manter a aeronave no ar por até uma hora e 30 minutos.

#### MATERIAIS COMPOSTOS

Na aviação hoje procura-se utilizar compósitos – ou materiais compostos, como metal e polímero, carbono e vidro – na fabricação da estrutura das aeronaves, em substituição ao alumínio aeronáutico, em razão do baixo peso e da elevada resistência desses novos materiais. A empresa europeia

Airbus, por exemplo, entregou em janeiro deste ano para a Qatar Airways o primeiro jato da companhia com asas e fuselagem feita de polímeros reforçados com fibra de carbono, o A350 XWB, com capacidade para 366 passageiros.

Outro fabricante brasileiro de aviões leves esportivos que recorreu a compósitos foi a Scoda Aeronáutica. Localizada em Ipeúna, a 195 quilômetros de São Paulo, a companhia fabrica o Super Petrel LS, um avião anfíbio (que pousa e decola tanto da água como da terra) que é um sucesso no exterior. “Já produzimos 350 unidades do Super Petrel LS e do Super Petrel 100, seu antecessor. Eles foram vendidos para 23 países e temos clientes em outros quatro prestes a receber suas encomendas”, conta Rodrigo Scoda, dono da empresa. O Super Petrel custa a partir de R\$ 350 mil.

Engenheiro aeronáutico graduado na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), em São Carlos, Scoda ressalta que o sucesso de seu avião se deve, em boa medida, ao fato de ser certificado nos Estados Unidos e em outros países na categoria LSA. “Projetamos o Super Petrel LS com a norma do FAA [Federal Aviation Administration] na mão. Essa foi a maneira que encontramos de fabricar

1 Sora-e, primeiro avião elétrico fabricado no Brasil

2 Super Petrel LS: pouso e decolagem na água e na terra

2



# Diversidade no ar

Saiba quais são os modelos de destaque produzidos pelas principais fabricantes de aviões leves do país

## HOMOLOGADOS

São aeronaves sem nenhuma limitação quanto à quantidade de pilotos, tripulação, tipo, peso, modelos e finalidades, desde que atendam às normas de homologação, como treinamento de pilotos, pulverização, transporte de cargas, transporte pessoal, de passageiros e outras.

## LSA

Sigla em inglês para avião leve esportivo (*light sport aircraft*), essa subcategoria dos experimentais inclui modelos que podem ser vendidos montados. A Anac ainda estuda se esses aparelhos podem ter uso comercial.

## EXPERIMENTAIS

São aviões leves, não homologados, de construção menos complexa, vendidos em kits ou feitos a partir de projetos. Por lei, 51% de sua fabricação deve ser feita pelo dono do aparelho, normalmente um piloto amador. Não podem ser usados para fins comerciais.

**MODELO**  
**Empresa/Instituição**  
**Localização**

O que é

**Característica inovadora**

**Valor de mercado**



**T-Xc Novaer**  
São José dos Campos-SP

Avião monomotor de quatro lugares

Emprego de fibra de carbono em larga escala na estrutura da aeronave, tornando-a mais leve e com melhor rendimento

R\$ 2,5 milhões

**SUPER PETREL LS**  
Scoda Aeronáutica Ipeúna-SP

Avião anfíbio para dois ocupantes

Fabricado inteiramente de materiais compostos, constituídos por fibra de carbono e fibra de aramida (kevlar)

R\$ 350 mil



**SORA-E ACS-Aviation**  
São José dos Campos-SP

Primeira aeronave elétrica do país

Motorização composta por propulsores elétricos alimentados por baterias de lítio ion polímero

Em teste e sem preço

**QUASAR Aeroalcool Tecnologia**  
Franca-SP

Monomotor para duas pessoas

Uso de corte e furação a laser na fabricação de componentes metálicos complexos, como asas e superfícies

R\$ 300 mil



**NEW CONQUEST Inpaer**  
São João da Boa Vista-SP

Aeronave leve para dois ocupantes

Pontas de asas com formas mais aerodinâmicas, resultando em melhor desempenho em voo

R\$ 300 mil



**WEGA 180 Wega Aircraft**  
Palhoça-SC

Monomotor experimental de dois lugares

Construído em compósito, é um avião com características acrobáticas, atingindo 350 km/h

R\$ 620 mil

**SUPER FLAMINGO Aeroepepe**  
Recife-PE

Ultraleve avançado de asa alta para duas pessoas

Asa com longarina de fibra de carbono, que reduz o arrasto e confere mais velocidade ao avião

R\$ 230 mil



**P-1 Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)**  
São José dos Campos-SP

Planador de dois lugares para treinamento

Enflexamento variável das asas (ângulo da asa em relação à fuselagem), conferindo melhor aerodinâmica

R\$ 280 mil se fabricado em série

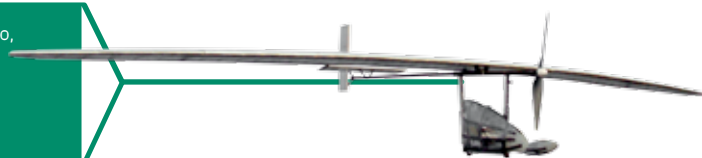


**AVIÃO A PEDAL Escola de Engenharia de São Carlos-USP**  
São Carlos-SP

Aeronave experimental movida a pedaladas

Feito de fibra de carbono e materiais compostos, foi o primeiro avião do gênero na América Latina

Sem preço, não é fabricado



**ANEQUIM Centro de Estudos Aeronáuticos da UFMG**  
Belo Horizonte-MG

Avião de corrida com aerodinâmica arrojada

Projetado para ser o mais rápido de sua categoria, pesa 330 kg e atinge 575 km/h

Sem preço, não é fabricado





1 Monomotor  
Quasar: 60 aviões  
vendidos

2 P-1, planador  
desenvolvido  
e construído  
no ITA para  
instrução  
de pilotos

um produto global”, afirma. O FAA é o órgão dos Estados Unidos responsável pela regulamentação da aviação civil. Suas normas servem de modelo para vários países, inclusive o Brasil.

Produzido com um compósito constituído de fibra de carbono e fibra de aramida (kevlar), o Super Petrel LS foi inspirado no avião anfíbio francês Hydroplum, dos anos 1980. A Scoda é responsável por 81% de seu processo produtivo e apenas as partes mecânicas são importadas. Um aspecto incomum do processo de desenvolvimento e certificação do Super Petrel LS foi o fato de 90% ter sido feito por estagiários do 4º e 5º anos do curso de engenharia aeronáutica da EESC-USP. “Sempre que possível, trabalhamos em parceria com universidades. Três de nossos oito engenheiros foram formados na EESC”, diz Scoda. A equipe de colaboradores da empresa é constituída por 100 profissionais, entre técnicos, engenheiros, mecânicos, pilotos e administradores.

#### MODELOS CERTIFICADOS

Além da Scoda, a Indústria Paulista de Aeronaves (Inpaer) também está em busca de certificação de seus aviões para ganhar mercado. Fundada em 2002, a empresa mudou de mãos há dois anos quando foi adquirida pelos empresários Milton Pereira e Helio Gardini. “Desde 2013, já investimos R\$ 40 milhões na Inpaer. Fizemos mudanças importantes no processo de gestão, reformulamos nosso portfólio de produtos e o quadro de funcionários passou de 60 para 115 pessoas. Queremos tornar a Inpaer uma companhia globalizada, seguindo os passos da Embraer”, diz Milton. O carro-chefe da empresa, o monomotor de dois lugares Conquest 180, foi modernizado e passou a se chamar New Conquest. “O avião está em processo de certificação como LSA. O objetivo seguinte é começar a exportar”, diz Milton.

Com 230 aviões entregues desde sua criação, a Inpaer está trabalhando em dois novos modelos, o EZY300A e o EZY300B. Esses aviões terão capacidade para quatro pessoas e autonomia para voar 1.950 km sem necessidade de reabastecimento. A diferença entre eles é o posicionamento das asas em relação à fuselagem: quando elevadas, como no modelo 300A, o avião fica mais panorâmico e com velocidade menor; já baixas, como no 300B, ele fica mais veloz. “Nossa intenção é homologar esses aviões segundo a norma 23 do Registro Brasileiro de Aviação Civil (RBAC 23). Com isso, eles poderão ser usados para fins comerciais, como treinamento de pilotos e transporte de passageiros e cargas”, explica Milton. O primeiro protótipo do 300A voou no ano passado e agora recebe melhorias, enquanto o 300B ainda está em projeto.

#### AVIÃO A PEDAL E MOTOR A ÁLCOOL

Grande parte dos engenheiros aeronáuticos hoje responsáveis pelo projeto de novos aviões no país foi formada pela EESC-USP, pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), instituição de



2



3



4

**3** Curso de engenharia aeronáutica da USP de São Carlos tem como foco a manutenção aeronáutica

**4** Na UFMG a ênfase é dada à construção de protótipos

**5** Montagem do anfíbio Super Petrel LS

ensino superior do Comando da Aeronáutica, e pela UFMG. “Durante os cinco anos da graduação, os estudantes aprendem a fazer um avião completo. O diferencial do nosso curso é a ênfase dada à homologação e à manutenção aeronáutica, o que torna nossos alunos cobiçados pelo mercado”, afirma James Waterhouse, professor da EESC-USP. “Fazer um avião que voe é fácil, mas fazer um que siga as normas aeronáuticas e possa ser homologado é 100 vezes mais difícil.”

Um dos projetos mais inovadores da escola foi a construção de uma aeronave tripulada movida a pedal, a primeira do tipo na América Latina. No protótipo, de apenas 42 quilos, feito com estrutura de fibra de carbono e materiais compostos, o piloto aciona a hélice movendo pedais. O voo inaugural, de alguns metros, foi realizado há três anos. “Para conseguir voar, um avião a pedal precisa ter uma aerodinâmica refinadíssima. Nossos alunos estão agora aprimorando o projeto para voos mais longos”, diz Waterhouse, que tem doutorado na área de combustíveis alternativos para aeronaves.

Waterhouse, além de lecionar na USP, é dono da Aeroalcool Tecnologia, em sociedade com o engenheiro aeronáutico Omar José Junqueira Pugliesi, mestre em Engenharia na área de motores pela EESC-USP. Instalada em Franca, a 400 quilômetros da capital paulista, a empresa foi criada em 2001 com a finalidade de amadurecer e comercializar a tecnologia do motor a álcool para aviões, projetado no começo dos anos 1980 na USP de São Carlos. “Conseguimos aperfeiçoar a tecnologia, mas, por contingências do mercado, nosso motor aeronáutico a etanol não virou um produto comercial”, conta Waterhouse.

Os sócios decidiram investir no projeto de uma aeronave própria, batizada de Quasar. “Este foi um avião projetado do zero, peça por peça. Fabricamos rodas, freios e vários componentes que normalmente são importados. Em 2006, o Qua-



5

sar fez seu voo inaugural”, lembra o professor. Já foram vendidos 60 aviões, sendo que as oito primeiras unidades foram exportadas para os Estados Unidos.

A Aeroalcool verticalizou a produção de suas peças e conseguiu elevado índice de nacionalização. “Entre os componentes importados estão motor, hélice e aviônicos, que não vale a pena fabricar aqui”, diz Waterhouse. “Nossa maior inovação foi o uso de corte e furação a laser na fabricação de componentes metálicos complexos, como asas e superfícies do avião. Essa tecnologia, objeto de estudo durante o meu mestrado, resultou num projeto Pipe FAPESP [Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas], que foi um sucesso. Com essa tecnologia, reduzimos em 80% a mão de obra de fabricação e o espaço físico e conseguimos maior padronização e qualidade de manufatura.”

#### PLANADOR PIONEIRO

O professor do ITA Ekkehard Carlos Fernando Schubert desenhou e construiu um planador de dois lugares voltado à instrução básica e avançada

# Um projeto ambicioso

Novaer planeja fabricar avião homologado para disputar mercado com grandes indústrias internacionais como as norte-americanas Cessna, Piper e Cirrus

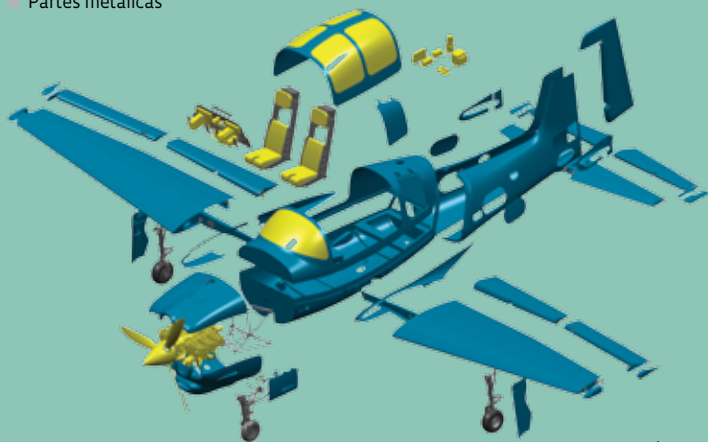
Fabricar mais de 100 aviões por ano a partir do quarto ano de produção e destinar 75% das unidades ao mercado internacional. Essa é a meta estabelecida pela Novaer, empresa que está desenvolvendo seu primeiro avião, provisoriamente chamado de projeto T-Xc. A aeronave fez seu voo inaugural em agosto de 2014 e encontra-se na fase de ensaios de certificação, que devem durar mais um ano. Um diferencial da Novaer em relação à maioria dos fabricantes brasileiros é o fato de o T-Xc almejar a certificação pela norma 23 do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC 23). Essa homologação permite que o avião seja usado como táxi aéreo e para transporte de cargas e treinamento de pilotos civis e militares – o que não é permitido às aeronaves experimentais. “Não teremos concorrentes no Brasil. Nossos maiores competidores serão os fabricantes internacionais, como Cessna, Piper e Cirrus”, afirma Graciliano Campos, presidente da Novaer.

O T-Xc será fabricado em duas versões: utilitário e treinador. O primeiro modelo, com quatro lugares, visa ao transporte de passageiros e pequenas cargas. A versão treinador, batizada de

Sovi, tem apenas dois lugares e será destinada ao treinamento de pilotos das forças aéreas. Os dois aviões são inspirados na aeronave experimental K-51, criada pelo engenheiro húngaro naturalizado brasileiro József Kovács, um dos mais renomados projetistas aeronáuticos do país. A maior inovação do projeto T-Xc é a aplicação da fibra de carbono em larga escala. “Vários aviões comerciais já fazem uso desse componente, mas, por enquanto, nenhum possui 100% de suas estruturas em fibras de carbono como a aeronave da Novaer”, diz Graciliano.

Atualmente sediada em São José dos Campos, a Novaer tem planos de transferir parte de suas atividades para Lages, em Santa Catarina, onde o governo estadual planeja montar um polo industrial aeronáutico. A intenção da Novaer é estruturar a linha de montagem do T-Xc e do Sovi em solo catarinense. Criada em 1998, a empresa também se dedica ao desenvolvimento de componentes para aeronaves. Ela é a fornecedora do trem de pouso do T-27 Tucano, avião de treinamento e combate leve fabricado pela Embraer e empregado pela Força Aérea Brasileira e de mais de 10 países.

- Fibra de carbono
- Itens de fornecedor
- Partes metálicas



da de pilotos, batizado de P-1. O desenvolvimento do primeiro protótipo teve início em 1995 e foi finalizado em 2002, quando a aeronave fez seu primeiro voo. “Decidi construir um planador com dois lugares para treinamento porque achava que o Brasil precisava se livrar das importações de um produto relativamente simples. Quando comecei o projeto, havia uma possibilidade de o DAC [Departamento de Aviação Civil, depois transformado na Anac] adquirir um lote grande para os aeroclubes do país, o que não se concretizou”, conta Schubert, brasileiro de pais alemães.

Os planadores são aeronaves que se sustentam em voo livre sem motor. Por isso, precisam ser fabricados com materiais leves e ter uma aerodinâmica própria. O P-1 foi feito com um compósito formado por fibra de vidro, resina epóxi e espuma de PVC rígido. Uma de suas principais inovações tecnológicas é a geometria das asas, com enflechamento (ângulo formado entre a asa e a fuselagem) variável ao longo da semienvigadura. “Esse desenho confere melhor aerodinâmica à asa e torna o voo mais eficiente”, diz o professor do ITA. Sua intenção é conseguir certificar a aeronave como LSA para tentar vendê-la para escolas de aviação no Brasil e no exterior.

Nos anos 1960, os alunos do ITA, sob orientação do professor Guido Fontegalant Pessotti, que se tornaria diretor-técnico da Embraer nos anos 1980, já faziam planadores. Eles construíram o Urupema, modelo que chegou a ser fabricado pela Embraer, e o rebocador de planadores Panelinha. O ITA tem seis cursos de graduação na área e já formou 6 mil engenheiros aeronáuticos, aeroespaciais, mecânicos, eletrônicos, civis e de computação desde a sua fundação, em 1950.

## NASCEDOURO DE PROJETOS

A UFMG também tem papel de destaque na formação de profissionais para a indústria aeronáutica brasileira. Seu curso de engenharia aeroespacial forma entre 40 e 45 estudantes por ano. A universidade tem uma unidade, o Centro de



1 Aeronave movida a pedal desenvolvida na EESC-USP

2 Painel do monomotor New Conquest

3 Monomotor Wega, feito a partir de projeto acadêmico

Estudos Aeronáuticos (CEA), focada em projeto, desenvolvimento e operação de protótipos de aeronaves. “Poucas instituições acadêmicas no mundo têm capacidade para trabalhar na fabricação de um avião. Desde o nosso primeiro protótipo, o planador Gaivota, que voou em 1964, já projetamos e construímos 10 aeronaves”, conta o engenheiro aeronáutico e professor da UFMG Paulo Henrique Iscold.

A ênfase dada à construção de protótipos, segundo Iscold, é o diferencial do curso da UFMG. “Nossos alunos aprendem, na prática, a construir um avião. Nesse processo, sempre tentamos inovar e criar algo a mais que possa ser levado para a indústria”, diz o engenheiro. Cada avião demora de cinco a seis anos para ficar pronto e os alunos participam dos projetos, fazem desenhos e cálculos e montam a estrutura. O mais recente feito no CEA foi o Anequim, uma aeronave de corrida que pesa 330 quilos e atinge 575 km/h. O Anequim voou pela primeira vez em novembro de 2014 e, neste mês, seus criadores vão tentar quebrar sete recordes mundiais de velocidade. Os voos serão monitorados pela Federação Aeronáutica Internacional (FAI), entidade sediada na Suíça e que homologa os recordes em aviação.

O monomotor CEA-308, construído em 2011 pela UFMG, é reconhecido pela FAI como o mais rápido avião leve (abaixo de 300 quilos de peso total, incluindo piloto e combustível) do planeta. A aeronave bateu três recordes mundiais de velocidade, nos percursos de 3, 15 e 100 quilômetros, e um de razão de subida, até 3 mil metros. Há dois anos, o projeto de um avião para quatro tripulantes criado no CEA venceu um concurso internacional promovido pela fábrica de motores aeronáuticos Price-Induction, da França.

Outro destaque do CEA é o Triathlon, uma aeronave acrobática feita de madeira e materiais compostos que começou a sair da prancheta entre 1997 e 2001, durante o doutorado do professor Cláudio de Barros, fundador do CEA, conta Iscold. O modelo serviu de inspiração para dois

aviões que foram construídos em escala industrial por empresas privadas – o Sora, aeronave da ACS-Aviation, e o monomotor Wega 180, da Wega Aircraft, de Santa Catarina.

Criada pelo mecânico de aeronaves Jocelito Wildner, a Wega Aircraft fica em Palhoça, na Região Metropolitana de Florianópolis. É a primeira indústria do setor instalada no estado. Além do Wega 180, com motor de 180 hp (*horse power*), ela também fabrica o Wega 210, com motorização mais potente, de 210 hp. “Nossos aviões são feitos de carbono, vidro e resina de alta qualidade, possuem trem de pouso retrátil e seguem normas internacionais de segurança”, afirma Wildner, formado pela escola da extinta companhia aérea Varig. A capacidade de produção da Wega é de duas unidades por ano, sendo que oito aviões já foram vendidos.

Pernambuco também tem sua fábrica de aviões, a Aeropepe, fundada em 1999, em Recife. Quinze unidades do Flamingo e do Super Flamingo, um monomotor de asa alta capaz de voar a 200 km/h, foram vendidos, um deles para Portugal. As aeronaves apresentam duas inovações principais: estrutura totalmente construída com materiais compostos e asa equipada com longarina de fibra de carbono, o que confere maior resistência estrutural e dispensa o uso de peças de fixação. “A aeronave sofre menos resistência do ar e desenvolve maior velocidade com menor consumo de combustível”, diz José Rodolfo Garrido Andrade, o Pepe, dono da empresa.

Com base em uma mesma plataforma, o empresário quer lançar três novos aviões. O primeiro, um modelo certificado como LSA, contou com a parceria da Aeron, uma *spin off* nascida no CEA-UFMG. “Os engenheiros da Aeron ficaram responsáveis pelos cálculos aerodinâmicos e pelo *design* do avião, que ainda não tem nome nem data de lançamento”, diz Pepe. As outras aeronaves são uma versão do LSA com motor elétrico e um aparelho de alto rendimento, dotado de motor turboélice de passo variável e trem retrátil. ■