

Casos de Estudo

Projeto de Aeronaves (15096)

Licenciatura em Engenharia Aeronáutica

2024

Pedro V. Gamboa

Departamento de Ciências Aeroespaciais

Faculdade de Engenharia



1. Introdução

- É bom estudar outros projetos e perceber a razão por trás dos conceitos adotados para outras aeronaves.



2. Exemplos

- Zipline
 - Operação
 - Tecnologia
- Exemplos de três UAVs desenvolvidos na UBI
 - Requisitos
 - Projeto conceptual
 - Projeto preliminar
 - Projeto detalhado
 - Fabrico
 - Voo



2. Exemplos

Zipline - UAV para entregas

- Algumas características
 - Elétrico e totalmente autónomo
 - Lançado por catapulta e recolhido por cabo
 - Cruzeiro de 100 km/h e cobre zonas de 80 km em qualquer condições
 - <https://www.flyzipline.com/technology>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=jEbRVNXL44c>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=l6bypm7jPwQ>





2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

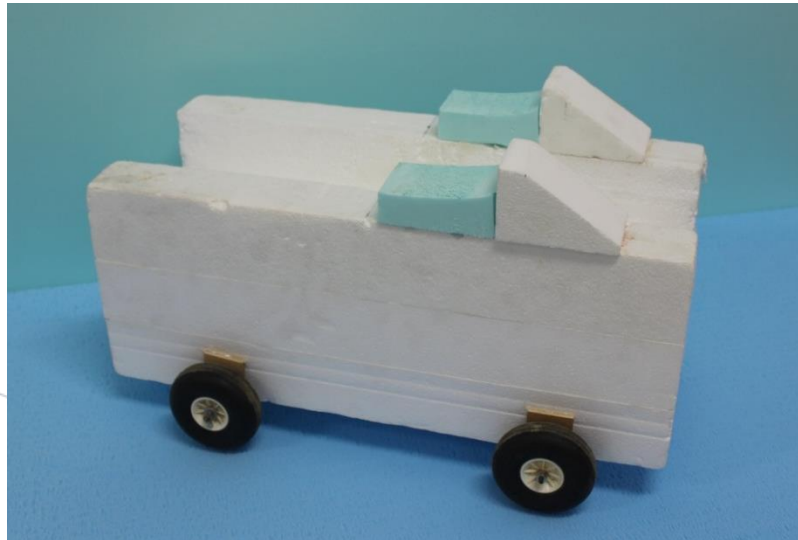
- Requisitos:
 - O UAV tem que ser capaz de voar por longos períodos de tempo com pouca potência requerida e transportar uma carga útil de até 10 N.
 - A Missão é:
 1. Descolagem ao nível do mar;
 2. Subida até aos 1000 m de altitude;
 3. Voar durante 8 h no equinócio (21 de março ou 21 de setembro) a uma altitude de 1000 m a uma velocidade definida pela eficiência do Sistema mas não menor do que 7 m/s;
 4. Descida;
 5. Aterragem no campo de voo ao nível do mar.
 - O peso do veículo tem que ser o menor possível: para permitir um voo eficiente e um veículo o mais pequeno possível; para permitir operações num campo de voo o mais pequeno.
 - Capacidade de voo autónomo



2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto conceptual:
 - Descolagem a partir de um carrinho
 - Leve
 - Fica no chão quando o UAV descola



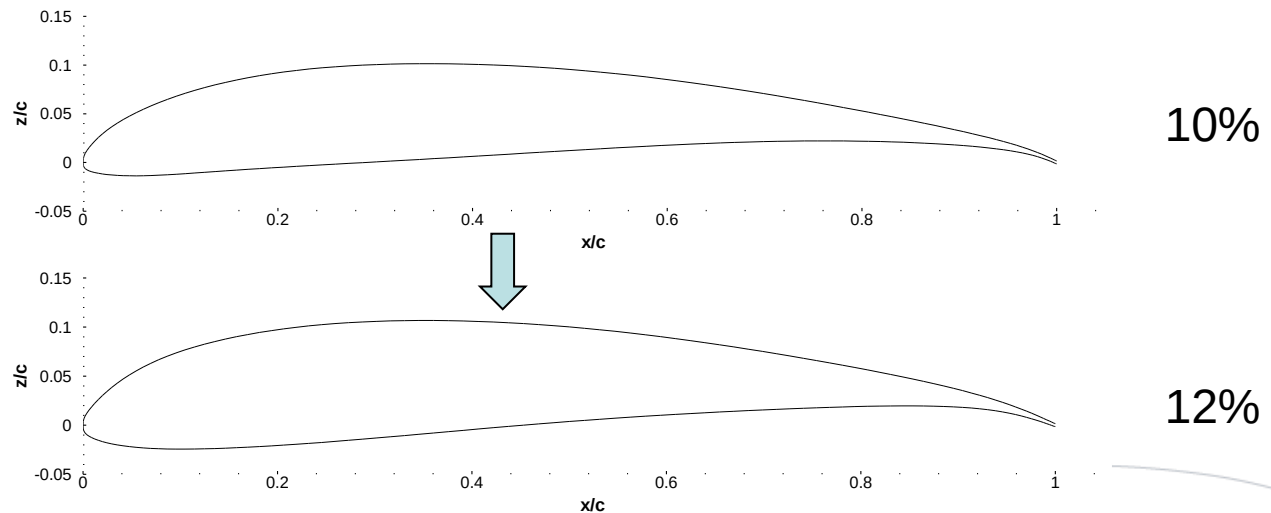
- Aterragem de barriga
 - Reforço da barriga com fibra de vidro (estrutura da fuselagem em fibra de carbono)



2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto conceptual:
 - Projeto de um perfil próprio
 - Minimizar o C_d para C_l 0,6-1,5
 - $C_{lmax} > 1,7$

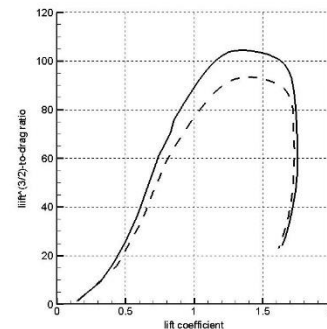
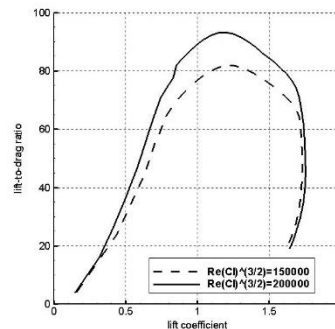
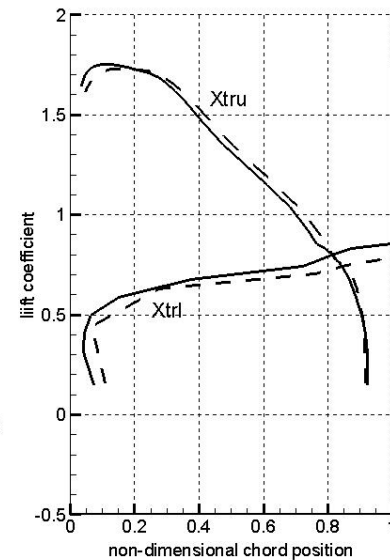
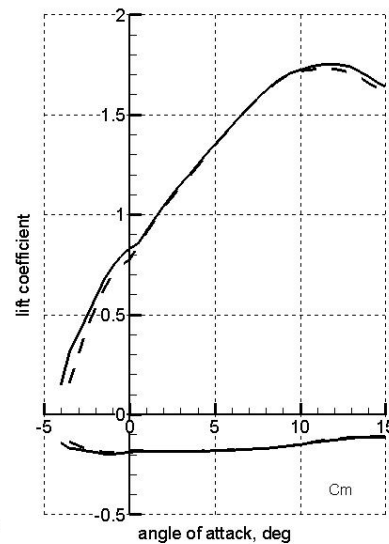
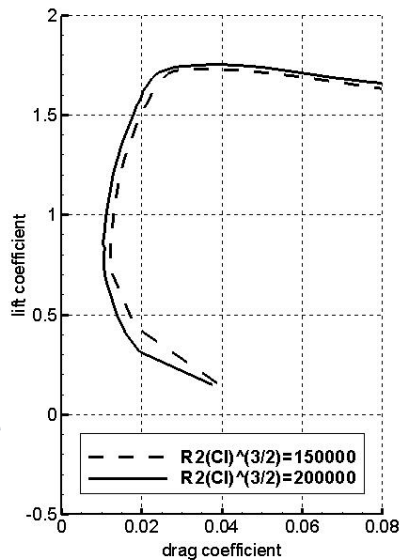




2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto conceptual:
 - Projeto de um perfil próprio



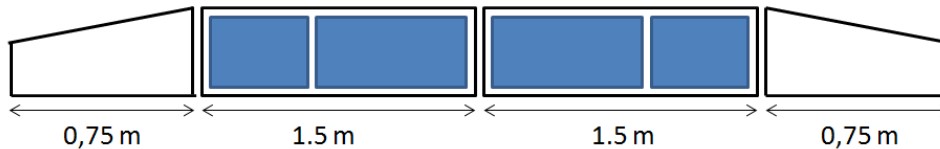


2. Exemplos

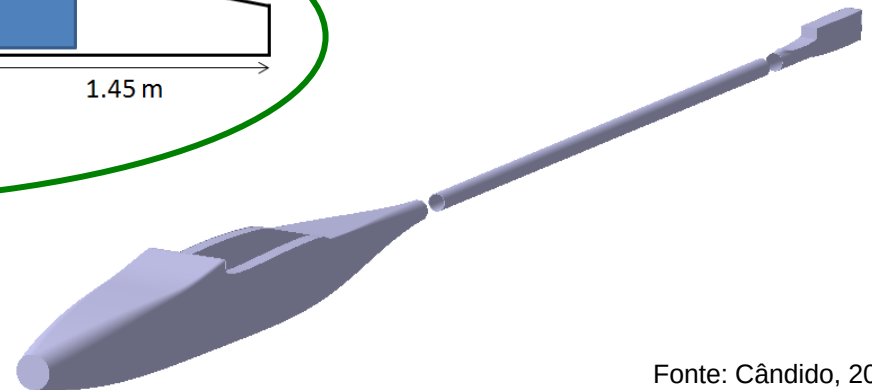
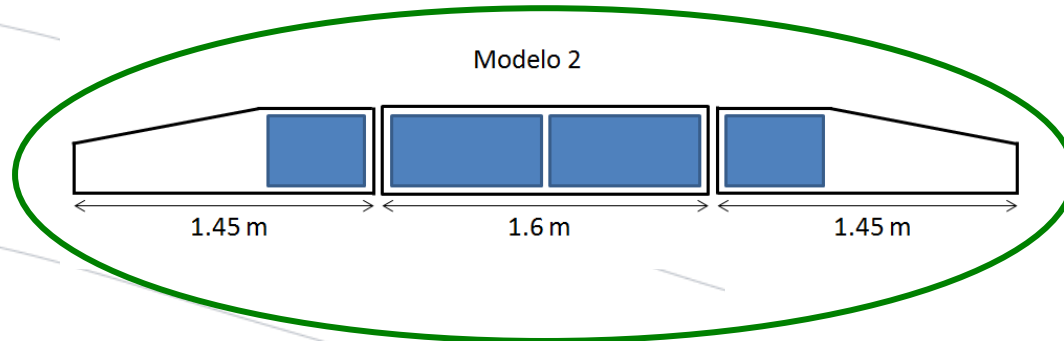
Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto conceptual:
 - O UAV tem que ser desmontável em partes com no máximo 1,6 m de comprimento, para transporte num carro

Modelo 1



Modelo 2

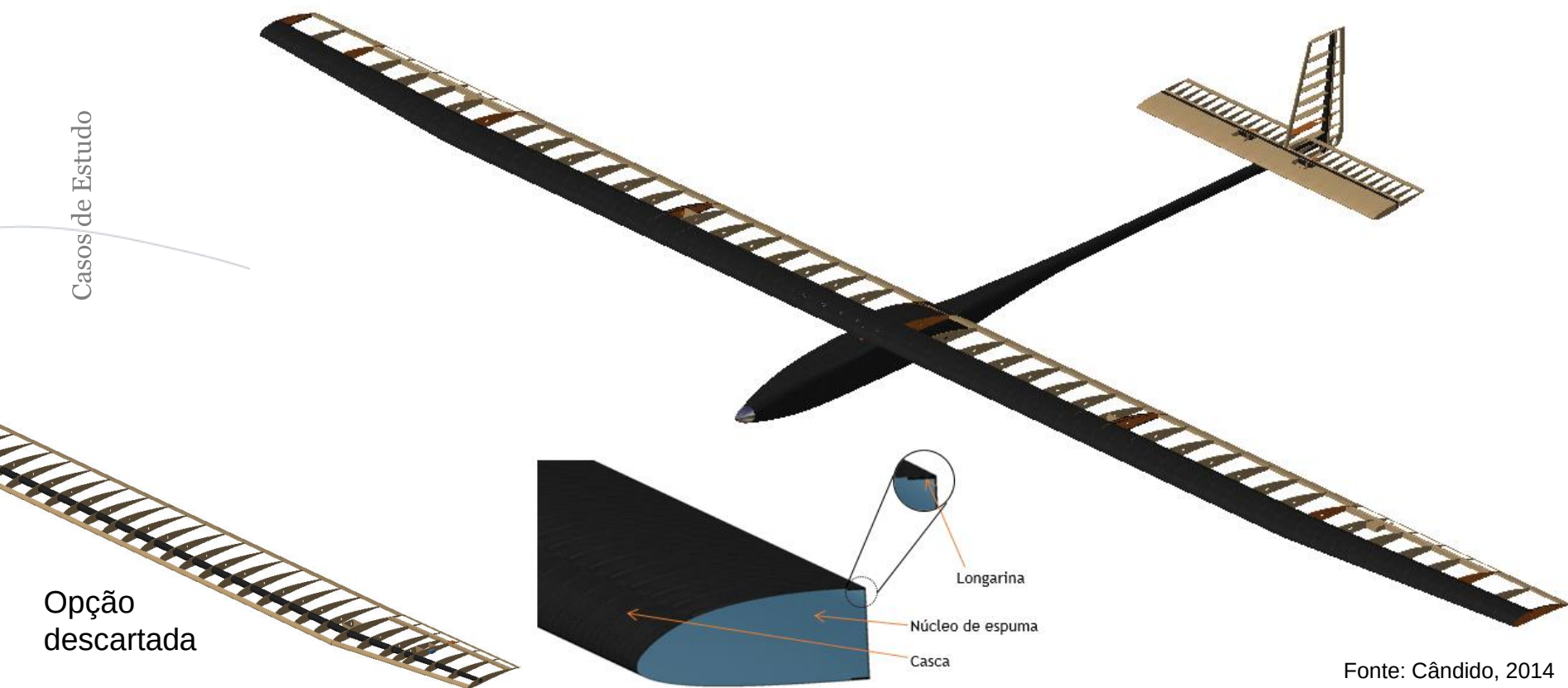




2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto conceptual:
 - Estrutura em laminado de carbono/epóxi, contraplacado de pinho e madeira de balsa





2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto conceptual:
 - Motor elétrico no nariz com hélice retrátil



Casos de Estudo

	Hyperion ZS 3025-10	Hyperion ZS 3020-08	Turnigy D3548/4	NTM 35-36A	Motor	Hélice	Consumo [Wh]
Kv [rpm/v]	775	1135	1100	1400	Hyperion ZS 3025-10	13x8	645
I_{max} [A]	65	70	50	55	Hyperion ZS 3020-8	12x6	685
P_{max} [W]	1150	1050	910	550	Hyperion ZS 3020-8	11x7	725
m [kg]	0,1976	0,1617	0,159	0,117	Hyperion ZS 3020-8	11x5.5	735
					Turnigy 3548/4	12x6	810
					NTM 35-36 ^a	12x6	830

- Bateria para 1,5 h de voo sem energia solar
- Células fotovoltaicas para voo de 8h num equinócio
- Carregador solar MPPT

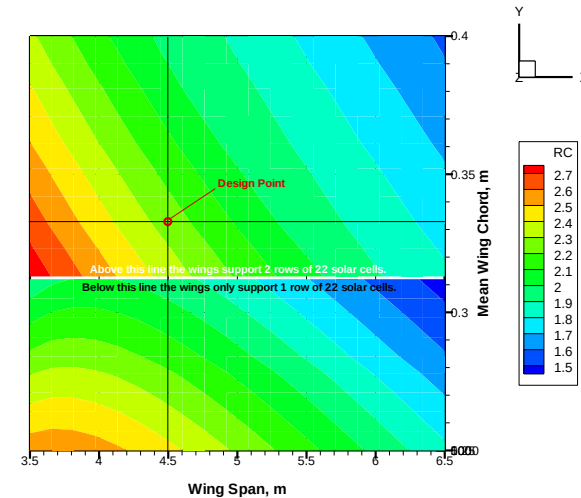
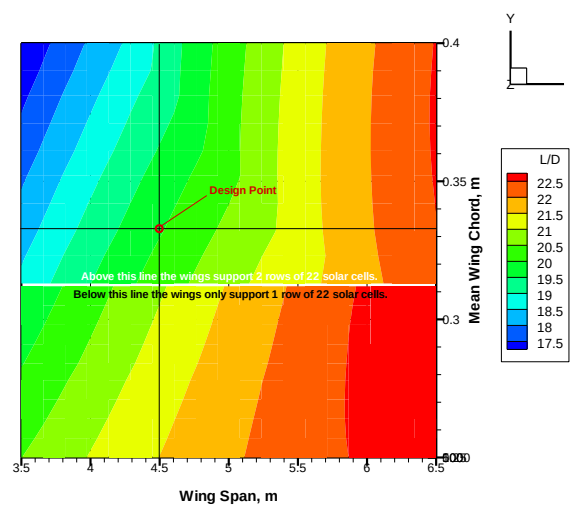
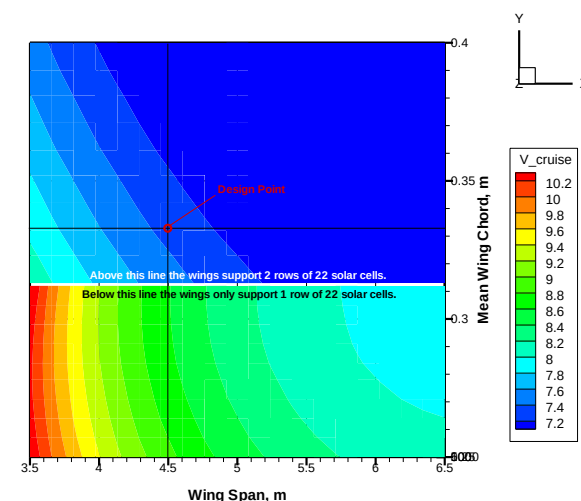
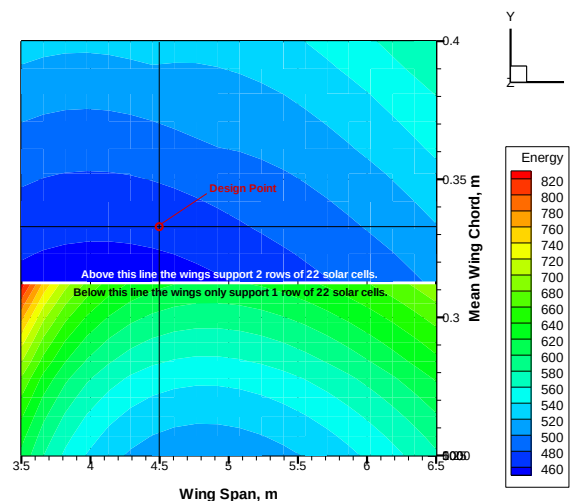
Fonte: Cândido, 2014



2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto preliminar:
 - Estudo paramétrico para dimensionar as asas e definir as dimensões da aeronave



Fonte: Gamboa, 2013

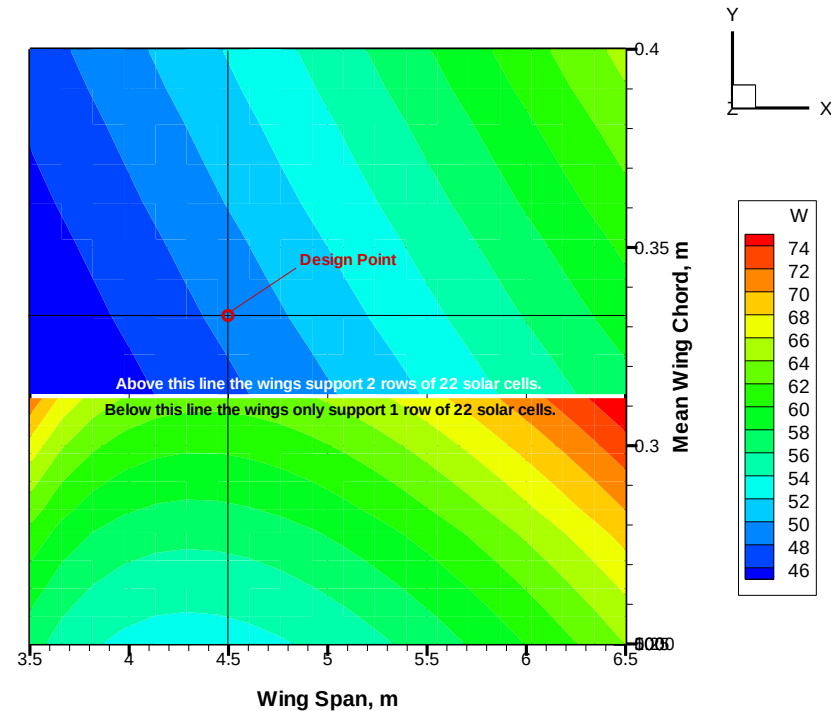
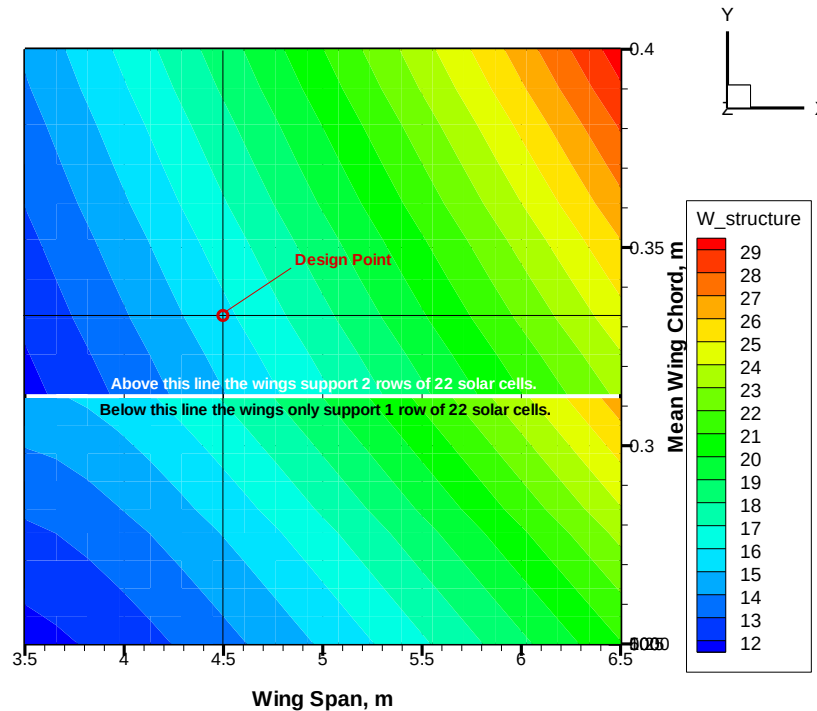


2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto preliminar:
 - Estudo paramétrico para dimensionar as asas e definir as dimensões da aeronave

Casos de Estudo



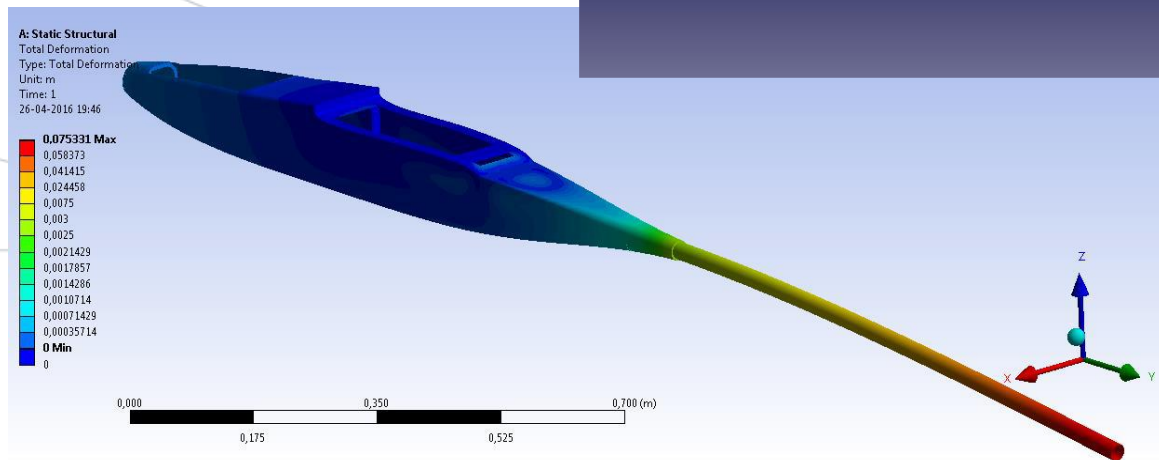
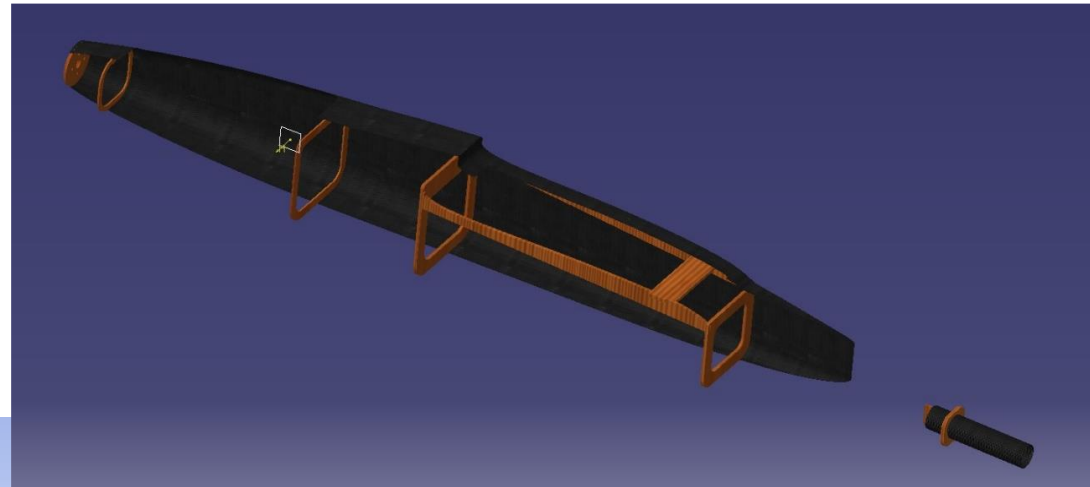


2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto detalhado:
 - Dimensionamento estrutural

Estrutura da fuselagem



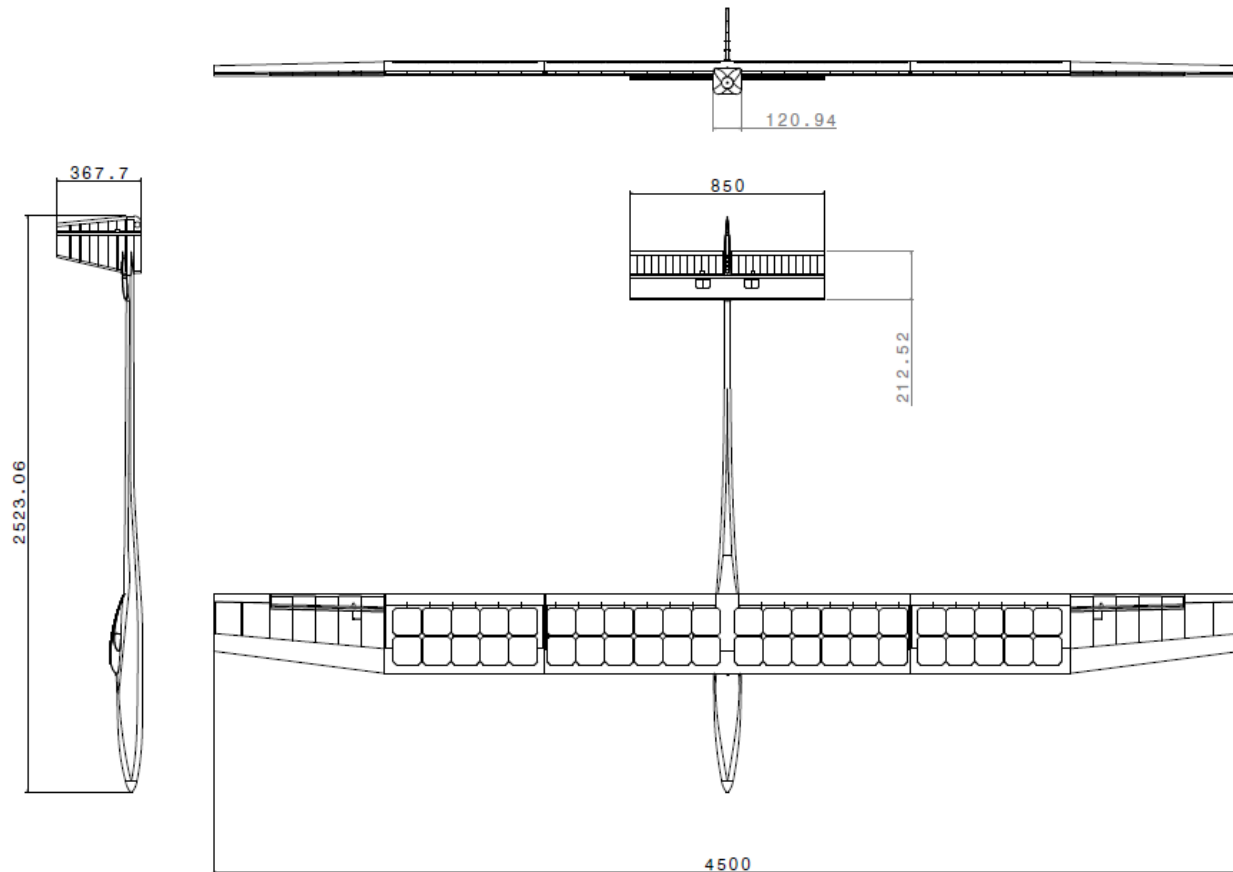
Deflexão do cone de cauda devido a carga na empenagem horizontal



2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Projeto detalhado:
 - Desenho

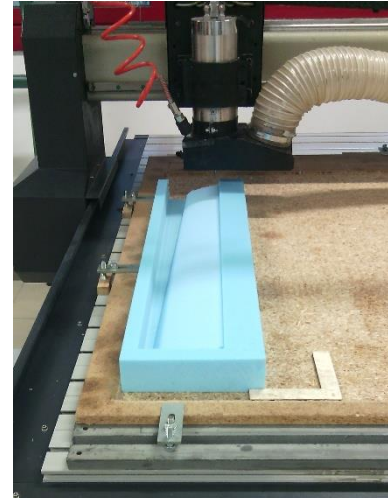




2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Fabrico:
 - Asas





2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Fabrico:
 - Fuselagem

1



4



5



3



2





2. Exemplos

Long Endurance Electric UAV (LEEUAV)

- Ensaaios em voo:
 - Protótipo em espuma
 - Protótipo final





2. Exemplos

Olharapo

- Requisitos:
 - Com base no Olharapo 2, deseja-se um UAV que permita testar diferentes asas
 - A estrutura deverá ser em materiais compósitos e contraplacado de pinho
 - O peso do veículo tem que ser o menor possível: o Olharapo 2 tem 5 kg em vazio e 1 kg de carga; no novo Olharapo a carga será usada para ter-se uma asa telescópica.
 - Aeronave pilotada remotamente



2. Exemplos

Olharapo

- Projeto conceptual:
 - O Olharapo 2 foi criado a partir do Olharapo 1 para ter uma fuselagem com mais volume interno

Casos de Estudo



Olharapo 1
com
fuselagem
curta e hélice
no meio do
cone de
cauda



Olharapo 1
com
fuselagem
longa e
hélice no
meio do cone
de cauda



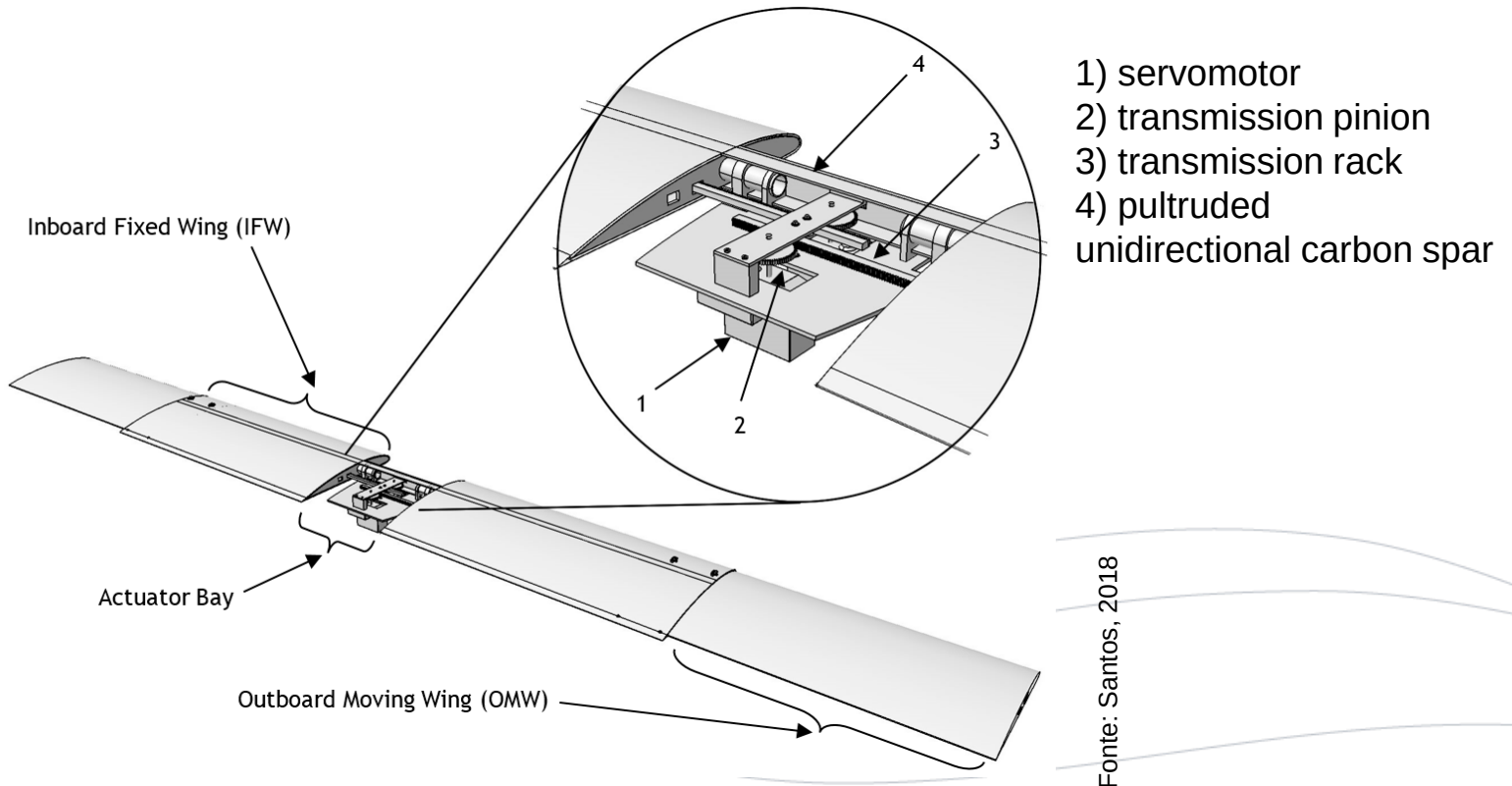
Olharapo 2 com fuselagem maior e hélice na
traseira do cone de cauda



2. Exemplos

Olharapo

- Projeto conceptual:
 - Desenvolvimento de um conceito de asa telescópica
 - Funcionamento da asa telescópica

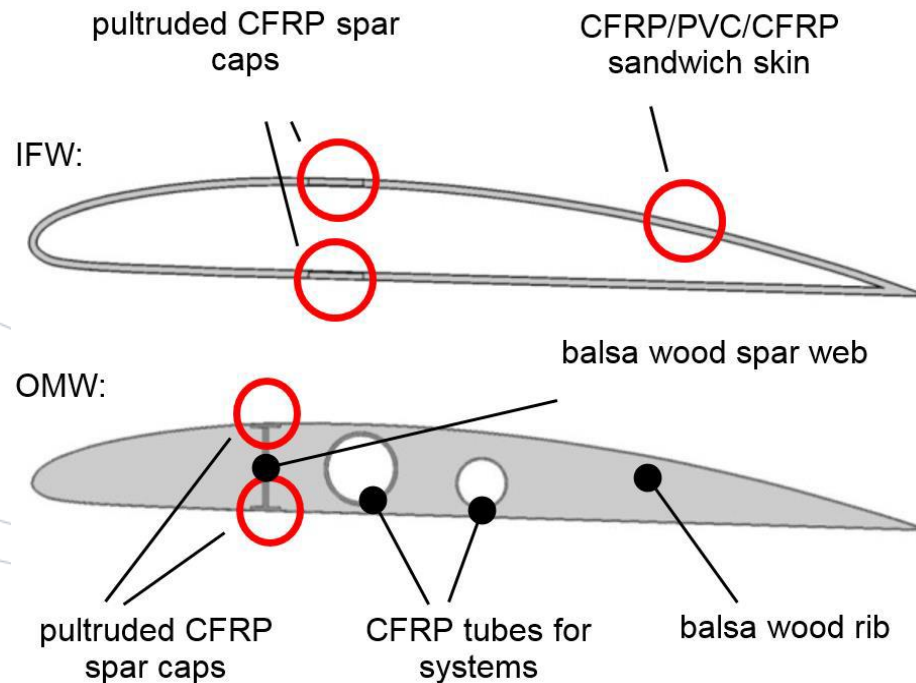




2. Exemplos

Olharapo

- Projeto conceptual:
 - Estrutura da asa
 - IFW – estrutura monocoque
 - OMW – estrutura semin-monocoque

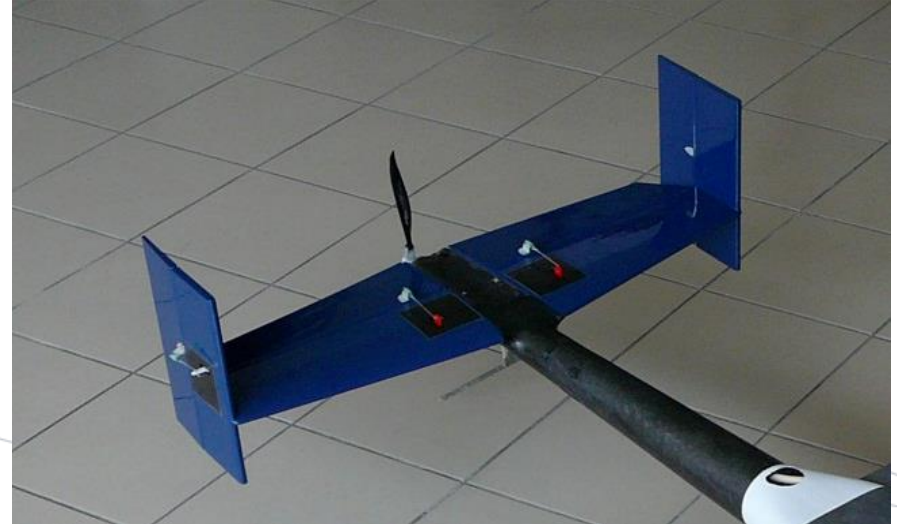
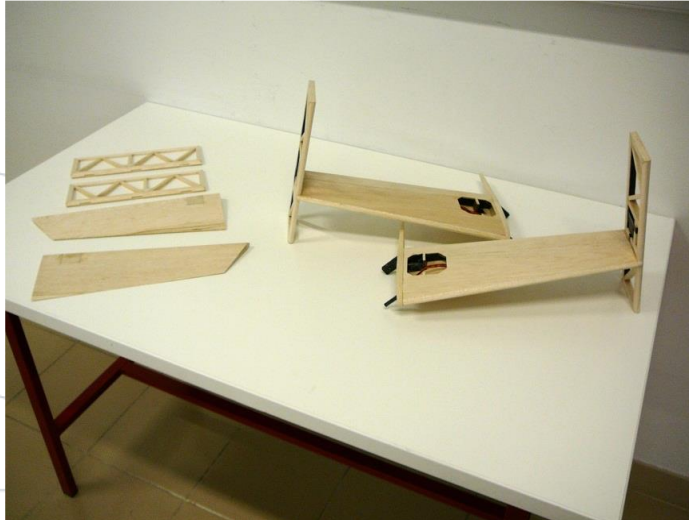




2. Exemplos

Olharapo

- Projeto conceptual:
 - Nova empenagem em H para aumentar a autoridade direcional e permitir controlar o rolamento com elevons
 - A asa telescópica não tem ailerons



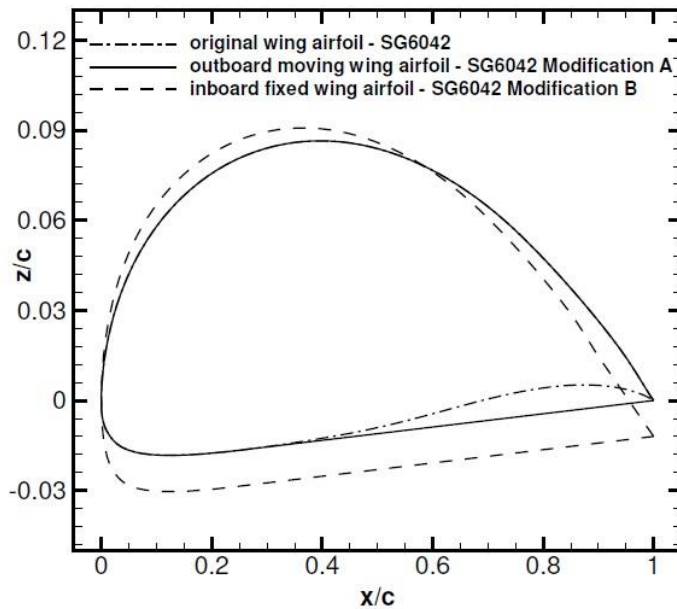


2. Exemplos

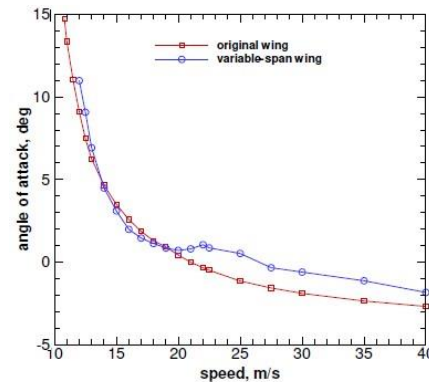
Olharapo

- Projeto preliminar:
 - Dimensionamento da asa telescópica recorrendo a uma ferramenta de otimização aerodinâmica
 - Perfil alar modificado
 - Cordas e envergaduras

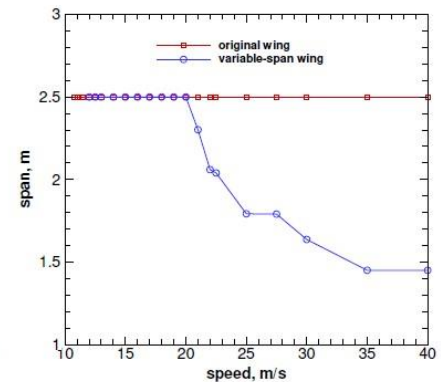
Casos de Estudo



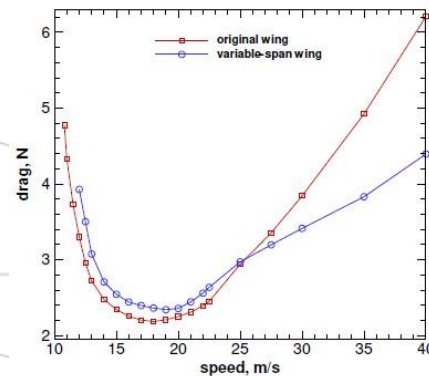
Fonte: Santos, 2018



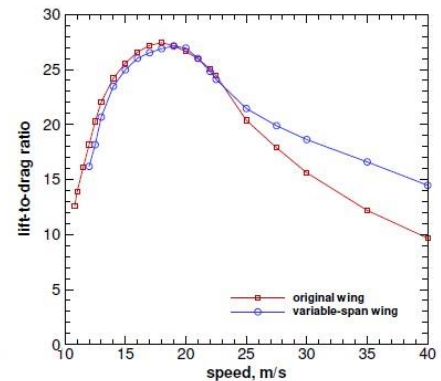
(a)



(b)



(c)



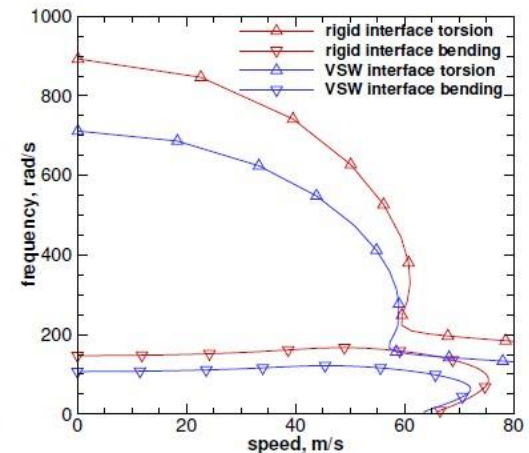
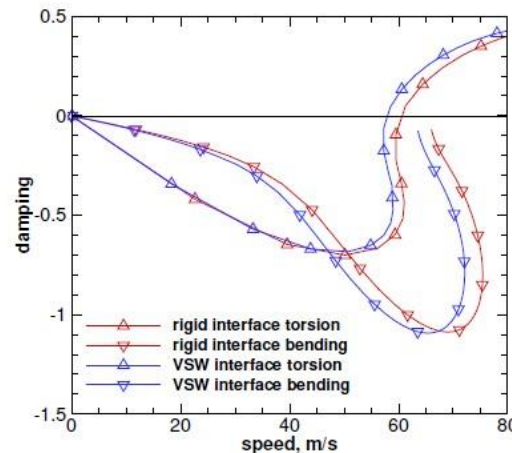
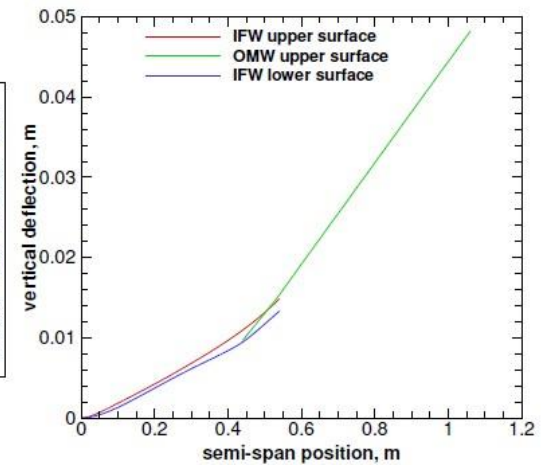
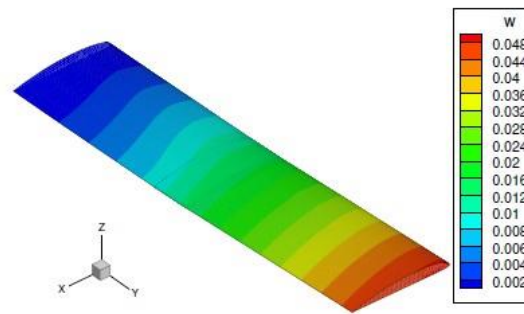
(d)



2. Exemplos

Olharapo

- Projeto preliminar:
 - Dimensionamento da asa telescópica recorrendo a análises estáticas e aeroelásticas
 - Ridez
 - Resistência
 - Velocidade crítica de flutter

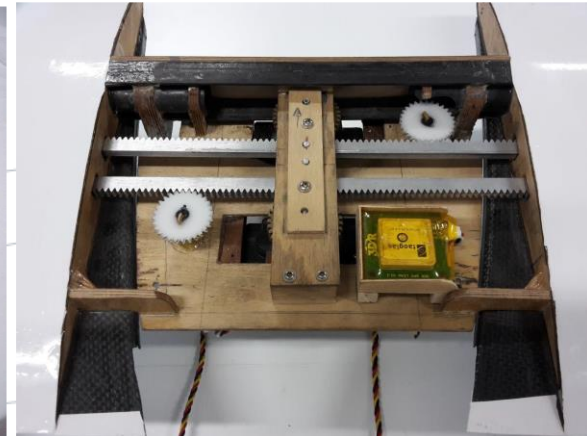
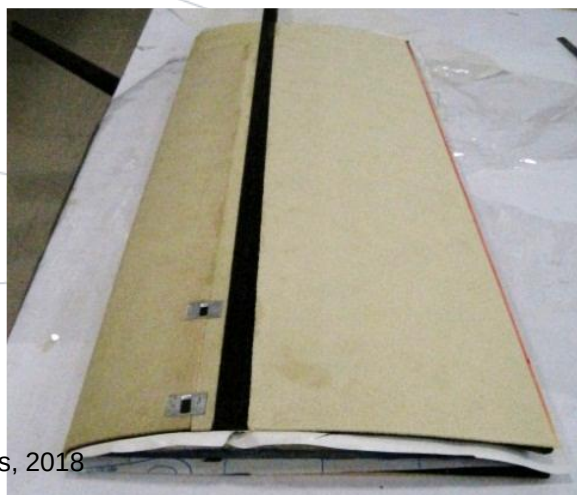
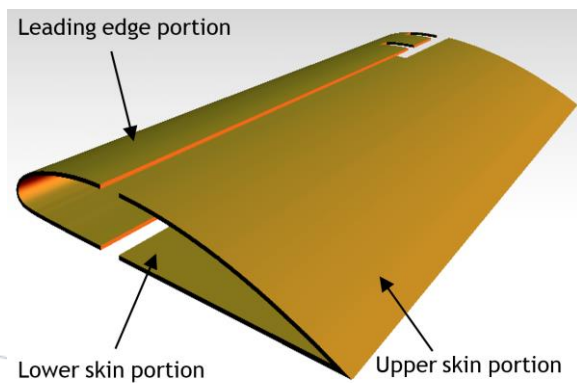




2. Exemplos **Olharapo**

- Fabrico:
 - Asa telescópica e sistema de atuação

Casos de Estudo





2. Exemplos **Olharapo**

- Fabrico:
 - Fuselagem

Casos de Estudo





2. Exemplos

Olharapo

- Ensaio no solo:

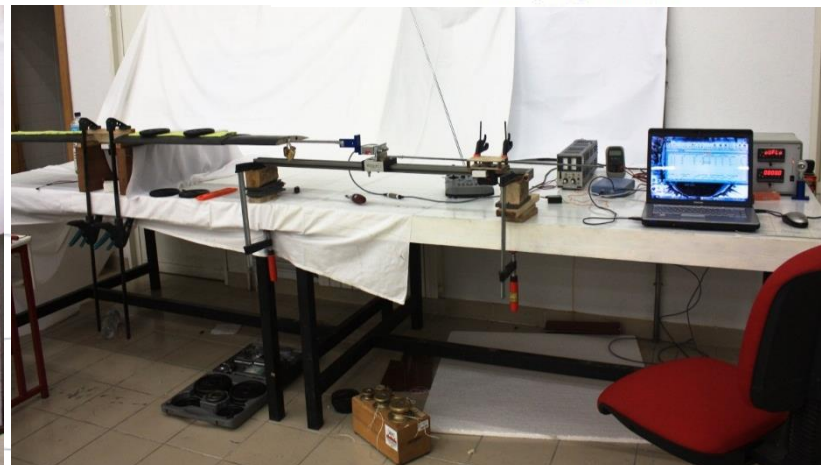
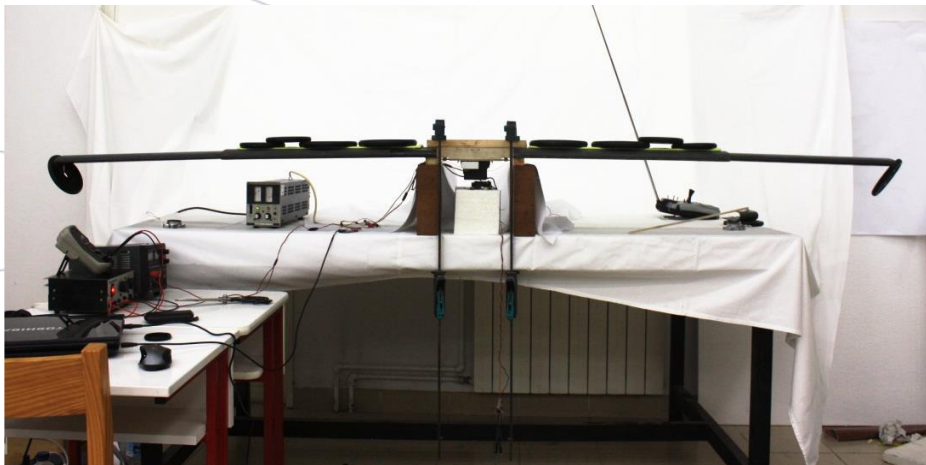
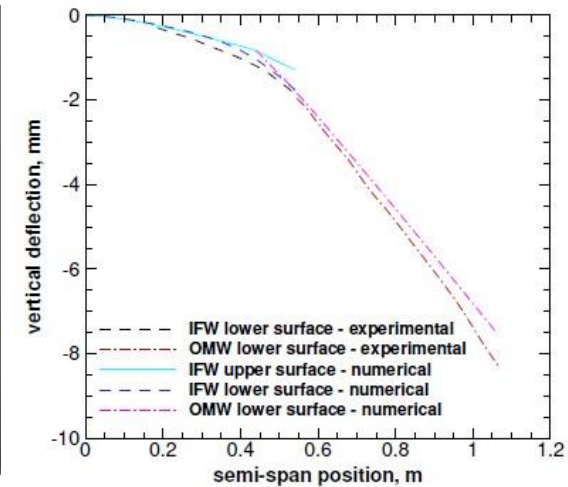
- Asa

- Resistência
 - Atrito
 - Consumo

Fonte: Felício, 2011



Fonte: Santos, 2018

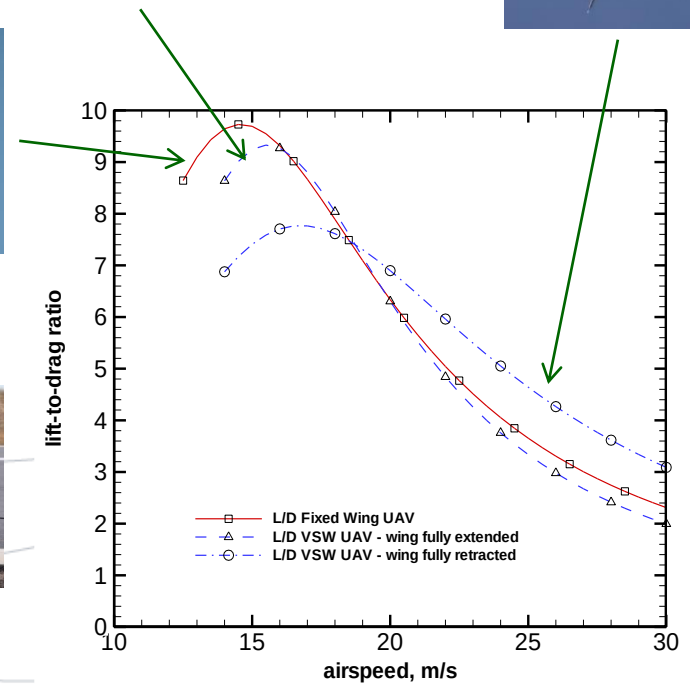
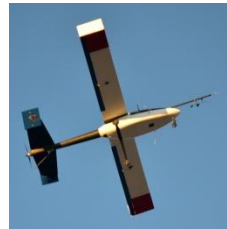




2. Exemplos

Olharapo

- Ensaios em voo:
 - Olharapo 2H com asas convencionais e asas telescópicas





2. Exemplos

Olharapo

- Ensaios em voo:
 - Consumo numa missão:

- L/D:

Speed, m/s	L/D - Fixed Wing	L/D - VSW Full Span	L/D - VSW Min Span
17	8.67	8.88	7.76
25	3.65	3.34	4.64

- Potência requerida:

Required Electric Power, W	RPAS Fixed wing	RPAS VSW
Climb - 16 m/s	497.4	602.5
Loiter - 17 m/s	152.6	156
High Speed Dash - 25 m/s	452	363.8

- Consumo na missão:

	Conventional wing		Variable-span Wing	
	Propulsion, J	Actuation, J	Propulsion, J	Actuation, J
Takeoff	5,218	25	5,637	42
Climb	59,689	339	72,305	556
High Speed Dash	135,607	847	109,144	1,867
Loiter	91,547	1,693	93,620	2,778
High Speed Dash	135,607	847	109,144	1,867
Descent	0	254	0	417
Landing	0	28	0	46
	427,667	4,032	389,851	7,572
Total	431,699		397,423	



2. Exemplos

Air Cargo Challenge 2019

- Resumo da prova:

Casos de Estudo

