

CAPÍTULO XI

PROJECTO DE MODELOS

Todos os aeromodelistas desejam projectar o seu próprio modelo, mas muitas vezes não o tentam porque ouvem os *mestres* falar de tremendas dificuldades de cálculo e concepção, a que os praticantes de recursos mais modestos não podem abalancar-se.

Há na realidade, quem se sente à prancheta e só dê por terminada *a sua criação* depois de se ter embrenhado em profundas teorias aerodinâmicas, cálculos matemáticos complicados e gráficos próprios da mecânica racional.

Em contrapartida, há também os que nem se sentam à prancheta e começam por talhar directamente na madeira, sem a mínima orientação e método, o seu futuro modelo.

Nem um nem outro sistema são aconselhados, em especial, para o projectista iniciado.

O primeiro, porque não parece de utilidade prática preocupar-se *o criador* com problemas de tão grande transcendência, dado que o modelo, depois de construído, só muito dificilmente poderá representar em absoluto o estabelecido no desenho; e isto porque os materiais de que o aeromodelista se serve são relativamente deformáveis: as madeiras são susceptíveis de empenar, as colas de ceder e puxar, os papéis de flectir ...

O segundo sistema é ainda muito menos recomendável, por se tratar de um trabalho ao acaso, que sairá ao sabor de improvisações de momento.

Projectar um aeromodelo em bases seguras é relativamente simples e todo o aeromodelista o pode fazer facilmente, desde que conheça os fundamentos das teorias do voo e possua alguma prática de construção e lançamentos.

Os primeiros modelos a conceber devem ser isentos de questões pretensiosas, ou soluções demasiado inéditas, as quais, a maior parte das vezes, redundam em fracasso para quem não dispõe da experiência e conhecimentos bastantes para prever certas subtilidades do voo.

Aos poucos se irá buscando o inédito e o mais difícil.

Admitamos que um aeromodelista, de conhecimentos teóricos e prática medianos, pretende projectar o seu próprio «A-2» de competição.

Como deve ele orientar o projecto? Quais os princípios de que se terá de servir?

Antes de mais nada, deve começar por estabelecer certos elementos técnicos que servirão de base à elaboração dos primeiros esboços, tais como: perfis da asa e do estabilizador, alongamentos, momentos de equilíbrio, distribuição de áreas, posição do centro de gravidade, etc.

PLANOS SUSTENTADORES

Qual o perfil a escolher? Qual a forma a dar aos planos sustentadores?

Perante a enorme variedade de perfis existentes, cujas cotas as revistas de Aeromodelismo publicam com profusão e frequência, optar-se-á *pelo que parecer mais adequado* ao caso em vista. Expliquemo-nos: como os laboratórios aerodinâmicos não publicam polares estudadas propositadamente para aeromodelos (como se sabe, os ensaios são dados, na maior parte dos casos, a Números de Reynolds muito elevados, e em asas de pequeno alongamento, com vista portanto aos aviões reais), terá o aeromodelista de optar por aquele que lhe pareça o melhor, não considerando infalíveis (quanto a aeromodelos) aqueles valores, e tirando partido dos conhecimentos que possua sobre perfis e, inclusivamente, de experiências práticas, próprias e alheias.

Assim, e para o exemplo que estamos a considerar – um «A-2» –, escolher-se-ia para a asa um perfil côncavo-convexo, bastante fino e curvo, já que o modelo a que se aplica poderá permitir uma reduzida carga alar, da ordem dos 12 g/dm^2 , e, por se destinar a duração, necessitará de elevada eficiência.

Logo, poder-se-á vir a escolher um «Benedek», ou semelhante, mas, neste caso, dada a reduzida espessura do perfil, haveria que conferir a necessária solidez à asa, com um tipo de construção não muito simples de executar.

Perfis um pouco mais espessos, como o N. A. C. A. 6409, ou Göttingen 602, permitirão construções mais simplificadas, todavia, de eficiência mais modesta.

Adoptado o perfil, procurará o aeromodelista conhecer, o mais exactamente possível, as suas características aerodinâmicas, que mais interessem à elaboração do esboço, como a incidência do máximo rendimento do perfil (para determinação do ângulo de calço óptimo da asa, que, para a maior parte dos modelos de duração, está compreendido entre os 2 e 4 graus), a posição do centro de pressões, etc.

A área total ($32 \text{ a } 34 \text{ dm}^2$, para o caso dos planadores «A-2») será então repartida entre a asa e o estabilizador, em percentagens que, na maior parte dos casos, não andam muito longe, respectivamente, dos 85 % e 15 % da área total.

É evidente que, quanto menor for a superfície do plano de cauda, mais sustentador terá de ser o seu perfil e maior a distância do momento estabilizador.

Cabe aqui referir como deve ser calculada, com exactidão, a área dos planos sustentadores.

Prescrevem os regulamentos da modalidade que a área total a considerar é a área da asa, adicionada à do estabilizador, e, no caso de asas e empenagens embebidas no corpo do modelo, as áreas devem compreender a parte central completa da fuselagem, supondo-se prolongados os contornos normais das superfícies até que encontrem o plano de simetria.

Assim, a área total obter-se-á da projecção vertical, sobre um plano horizontal, das superfícies sustentadoras, mantido o modelo na posição de voo normal, conforme indica a figura 277.

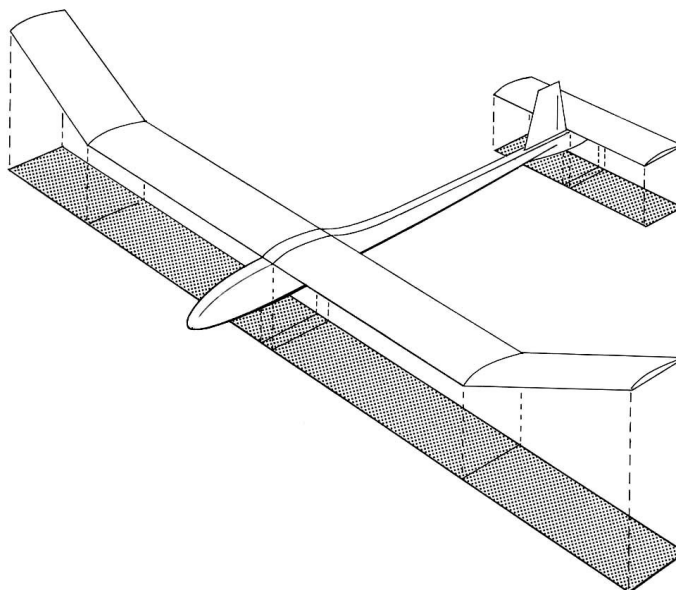


Fig. 277

No que respeita à forma, as mais usadas em asas de aeromodelos são as representadas na figura 278.

Não pode dizer-se, no aspecto geral, que esta é mais aconselhável do que aquela, porque as conveniências e desvantagens, aerodinâmicas e construtivas, equivalem-se na maior parte dos casos.

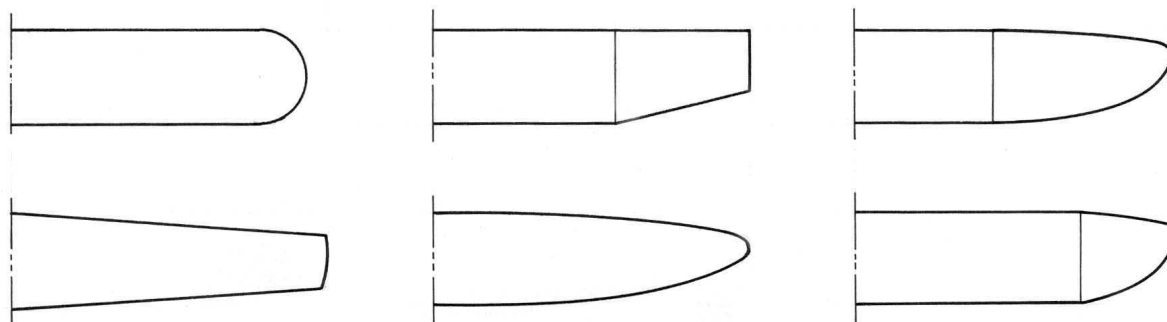


Fig. 278

Se, por exemplo, a asa elíptica possui maior eficiência aerodinâmica do que a rectangular, é, em contrapartida, de uma muito maior dificuldade de construção e de carga alar mais elevada.

Por isso, há que proceder, em cada caso, a um balanço de importâncias de todos os factores em jogo, antes de optar pela forma definitiva.

Quanto ao alongamento da asa, tem-se como princípio que ele será tanto maior quanto mais eficiente for o perfil, para reduzir ao mínimo a resistência induzida.

Para perfis muito finos e curvos, usam-se em planadores alongamentos que chegam a ultrapassar a relação 15.

Deve, ter-se presente, no entanto, que uma asa de grande alongamento é, em princípio, muito eficiente, sob o ponto de vista aerodinâmico, mas pode não oferecer vantagem se a sua profundidade tiver de ser demasiado limitada. Neste caso, aquela qualidade será neutralizada, pela ineficiência aerodinâmica que um perfil de dimensões mínimas proporciona, e pela falta de resistência que as longarinas, necessariamente frágeis, emprestam à asa.

Assim, uma asa de menor alongamento terá uma eficiência sensivelmente menor, mas poderá, em compensação, resistir mais aos esforços a que é submetida.

No que respeita às turbulências marginais, que aumentam a resistência total da asa, não deve também avolumar-se em demasia este fenómeno, dada a baixa velocidade a que voam os modelos de duração.

Apesar de este efeito ser reduzido, há que tê-lo em conta, no entanto, e eliminá-lo, se possível, deitando mão dos processos conhecidos, dos quais os mais simples e usados, nos modelos de duração, consistem em diminuir a espessura dos perfis dos extremos da asa e arredondar os bordos marginais.

O ataque crítico de uma asa depende do seu alongamento. Assim, quanto mais alongado for o plano sustentador, mais cedo se verificará a perda de velocidade.

Se, por exemplo, para uma asa de alongamento de 12 o ângulo de perda é de 7° , para uma outra de características idênticas, mas com um alongamento igual a 6, o ângulo de ataque crítico pode elevar-se a 10° .

Esta é a razão principal do emprego de estabilizadores de pequenos alongamentos (4 a 7), o que favorece a estabilidade longitudinal do modelo, evitando que o plano de cauda entre em perda antes da asa.

As formas mais usadas de estabilizadores são as indicadas na figura 279.

A sua estrutura é em tudo semelhante à da asa. Deve ser bastante robusta para resistir aos empenos e aos choques, mas muito leve para evitar, por conveniências de posição do centro de gravidade, sobrecarregar o nariz com demasiado chumbo.

Em geral, costuma colocar-se o estabilizador fora da acção turbulenta da asa, mais alto ou mais baixo, consoante as exigências de construção, ou de posição do centro de área lateral, ou simples concordância estética; em especial, quando o braço posterior da fuselagem não é suficientemente longo para permitir que o fluxo de ar se recomponha antes de atacar os planos da cauda.

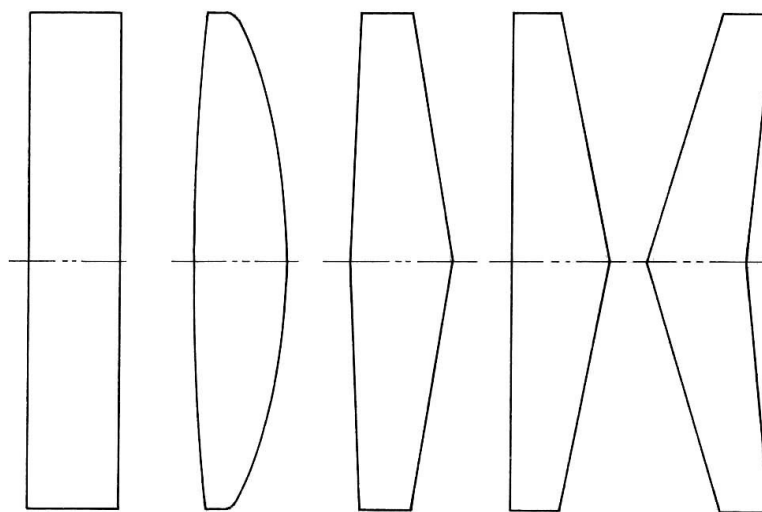


Fig. 279

FUSELAGEM

Nos planadores, a fuselagem tem por única finalidade servir de elemento de ligação aos planos sustentadores (asa e estabilizador). Nos restantes modelos destina-se ainda a receber o grupo motopropulsor, os órgãos de aterragem e outros dispositivos especiais necessários.

Assim, e para assegurar estas funções, deve a fuselagem ser suficientemente rígida para manter de uma forma permanente a posição relativa da asa e do estabilizador sem deformação do V longitudinal e oferecer a mínima resistência ao avanço.

Nos modelos de duração, e sob o ponto de vista aerodinâmico, não há que discutir grandemente as diferenças de rendimento entre esta ou aquela forma de secção da fuselagem, dada a reduzida velocidade de voo destes modelos. A maior parte das vezes, o aeromodelista opta pela forma de mais simples execução, dentro de um critério funcional.

Já nos modelos de Voo Circular, em que a velocidade de voo entra em linha de conta, há que atender à eficiência aerodinâmica, dando à fuselagem formas de boa penetração, para reduzir ao mínimo a resistência ao avanço.

Como passo seguinte, é determinado o comprimento da fuselagem: o braço dianteiro, que é compreendido entre o nariz e o bordo de ataque da asa, e o braço traseiro, que vai do bordo de fuga da asa ao bordo de ataque do estabilizador.

A determinação do braço traseiro depende da área e perfil do estabilizador. Quanto menor for a área e mais sustentador o perfil, tanto maior terá de ser aquela distância.

Numa linha recta, que representa o eixo longitudinal, é então marcado o perfil da asa, com o ângulo de calço determinado e, à distância fixada, o perfil do estabilizador.

No caso particular dos planadores «A-2», para estabilizadores de perfil sustentador, com cerca de 15 % da área total, usa-se, em regra, braços traseiros de mais ou menos quatro vezes a profundidade média da asa.

Em seguida, assinalam-se o braço anterior de fuselagem e o centro de gravidade.

Como se sabe, a posição do centro de gravidade depende, em primeiro lugar, do perfil escolhido para o estabilizador. Se, para modelos com perfil biconvexo-simétrico no plano de cauda, o C.G. se deve encontrar entre 30 % e 33 % da profundidade alar média, nos modelos com estabilizador de perfil sustentador (plano-convexos ou côncavo-convexos) a sua posição pode variar de 55 % a 80 % da profundidade da asa, numa percentagem tanto maior quanto mais sustentador for o perfil do plano horizontal.

Assim, no desenho, instalar-se-á o C.G. na posição aproximada; a sua localização exacta será determinada experimentalmente, durante o período de centragem.

Estabelecida assim, por conveniências aerodinâmicas, a posição do centro de gravidade, há que contar com o peso dos diversos materiais a empregar e ter cuidado, no decorrer do projecto, de os distribuir por toda a estrutura de modo que, depois do modelo acabado, não seja necessário sobrecarregá-lo com chumbo para levar o C.G. ao ponto conveniente.

Estabelecidas, portanto, as linhas básicas da construção do alçado lateral, é altura de o projectista dar largas à sua imaginação criadora, mas, mesmo assim, ainda dentro de certas limitações de natureza técnica, pois é necessário que o centro da área lateral venha a fixar-se em local conveniente, atrás do centro de gravidade; portanto, a colocação e dimensões da deriva, bem como todo o contorno da fuselagem, estarão condicionados a mais este factor.

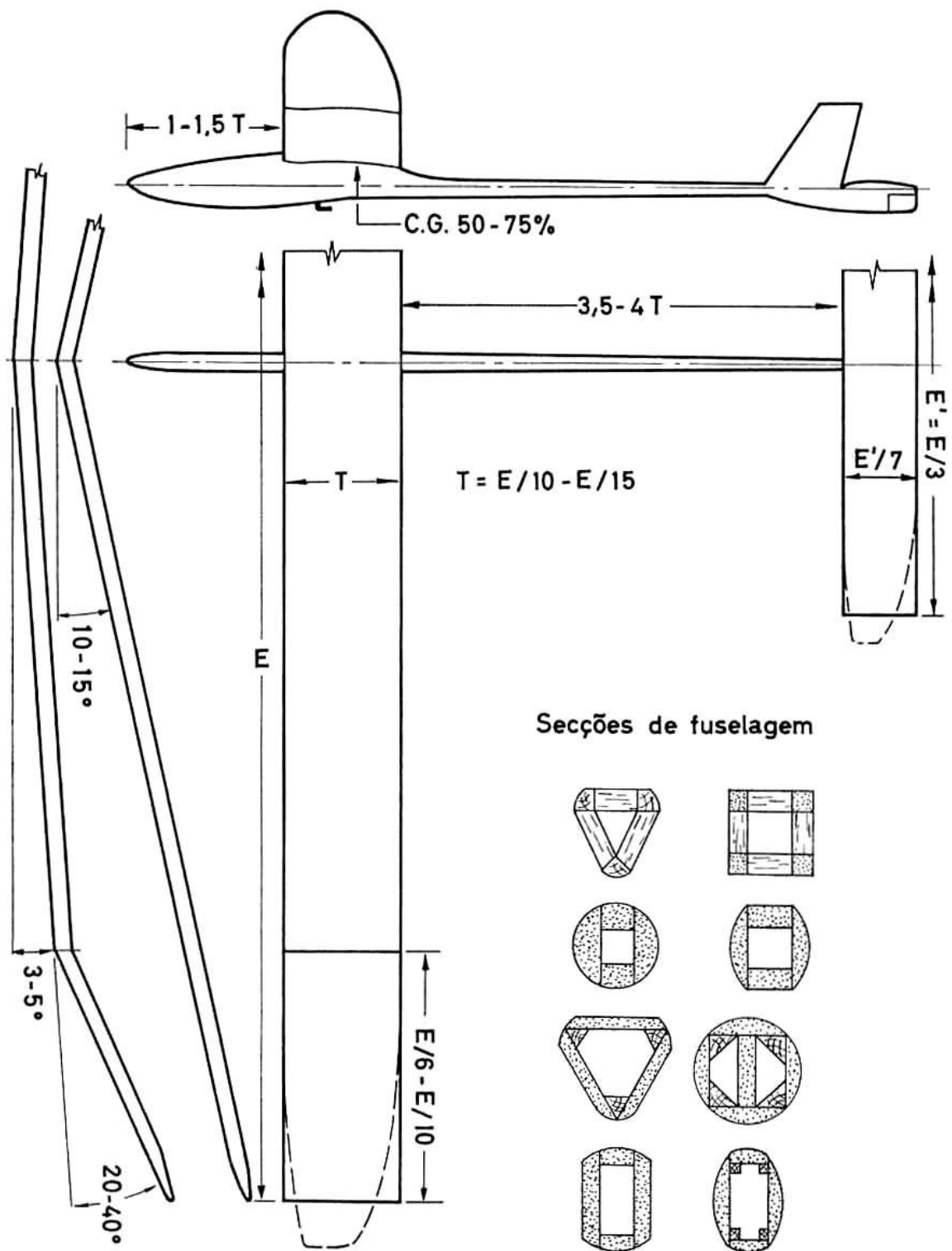
Indicaram-se, de uma forma genérica, as linhas mestras sobre que deve assentar o projecto de um aeromodelo e como pode um iniciado orientar o plano sob princípios que se consideram exactos, actualmente.

A este respeito, não deve, todavia, este capítulo ir mais além, pois tudo o mais que poderia ser acrescentado, como cálculo e desenho de hélices, estabilidades, escolha de motores, etc., figura já em páginas anteriores, em moldes a fornecer bases seguras e mais pormenorizadas para a concepção de modelos das classes mais praticadas entre nós.

De qualquer modo, porém, e por se tratar de um assunto de pura criação, ainda que subordinado a regras de carácter científico, parece não se dever insistir demasiado em métodos directivos, para não influenciar ou reduzir os dotes de invenção dos futuros desenhadores.

Inserem-se, no entanto, a seguir, alguns gráficos, relativos às modalidades mais divulgadas entre nós, que constituem um sùmula de proporções, entre os diversos órgãos de estrutura, obtida de alguns modelos de aeromodelistas famosos, que ultimamente deram melhores provas em importantes competições internacionais.

PLANADORES, Tipo Nórdico A-2



PLANADORES «A-2»

Características regulamentares	Área alar total: 32 a 34 dm². Peso total mínimo: 410 g. Carga alar máxima: 50 g/dm².
--------------------------------	--

ASA

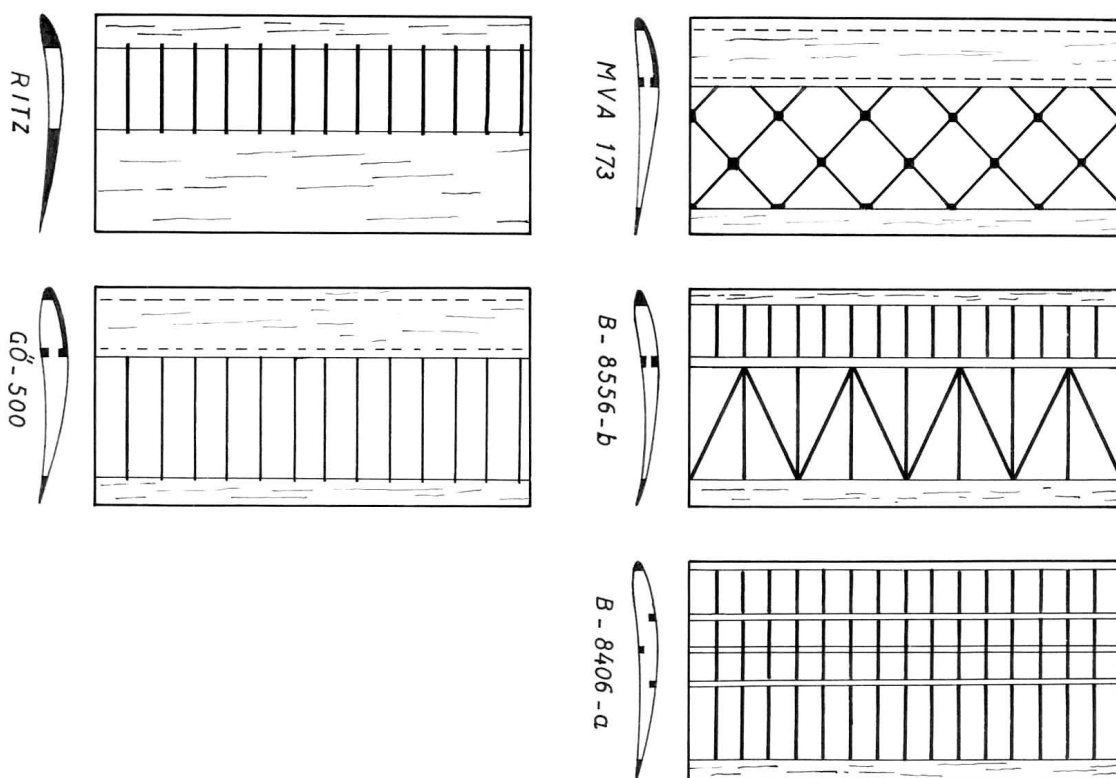
Planta – Rectangular ou trapezoidal, com as extremidades elípticas ou arredondadas.

Área – Cerca de 80 % da área total (27 a 29 dm²).

Alongamento – 10:1 a 12:1 em construções do tipo clássico;
até 15:1 em construções mais resistentes (do tipo geodésico ou de grandes superfícies forradas a balsa).

Envergadura – 180 a 220 cm.

Perfis e estruturas:



ESTABILIZADOR

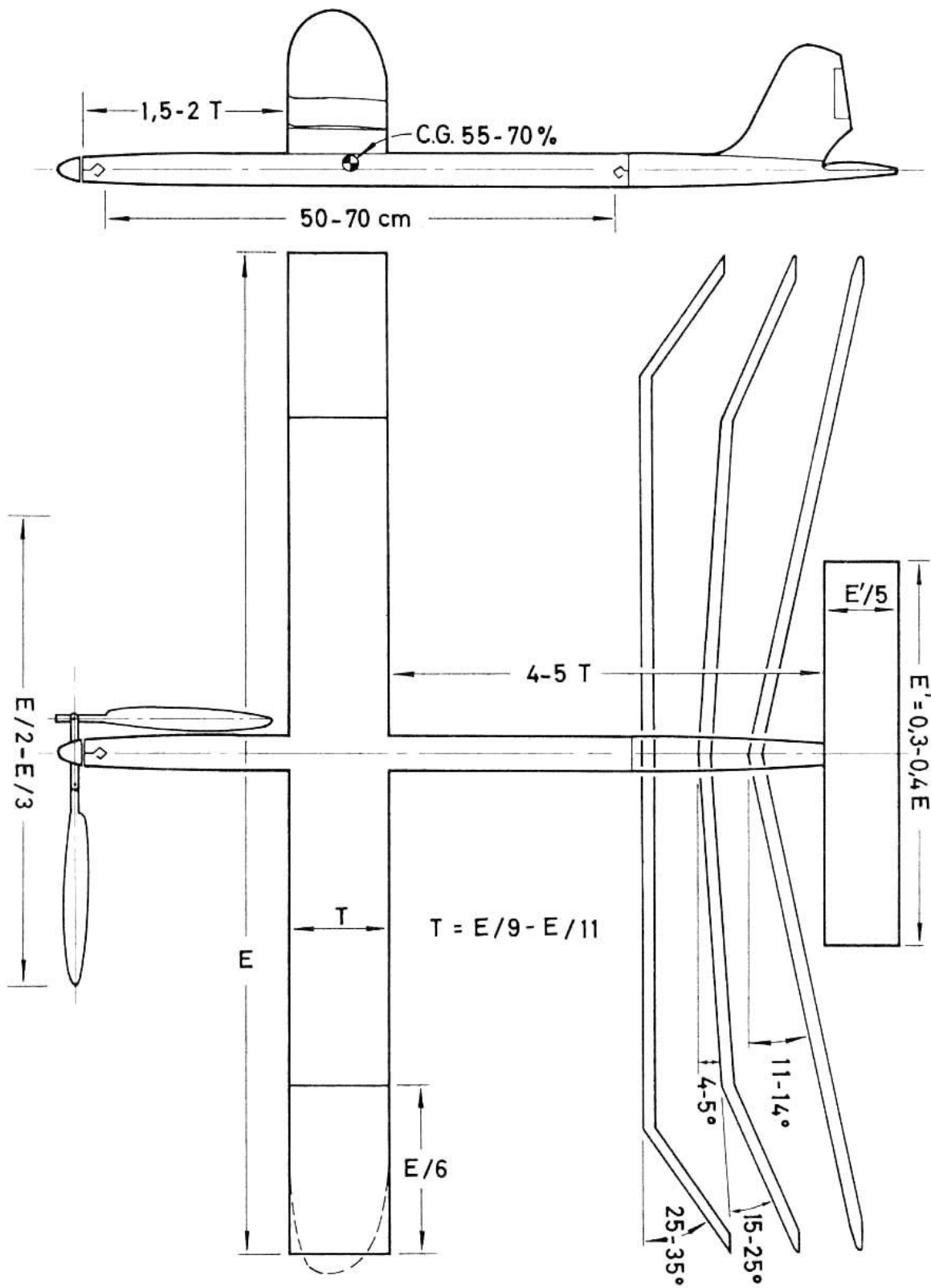
Planta – Como a da asa.

Área – 15 a 20 % da área da asa.

Alongamento – 5:1 a 9:1.

Perfis – Plano-convexos a 9 ou 10 % ou como o da asa.

BORRACHAS, Tipo Wakefield



WAKEFIELD

Características regulamentares

Área alar total: 17 a 19 dm².
 Peso total mínimo: 230 g.
 Carga alar máxima: 50 g/dm².
 Peso máximo do motor: 50 g.

ASA

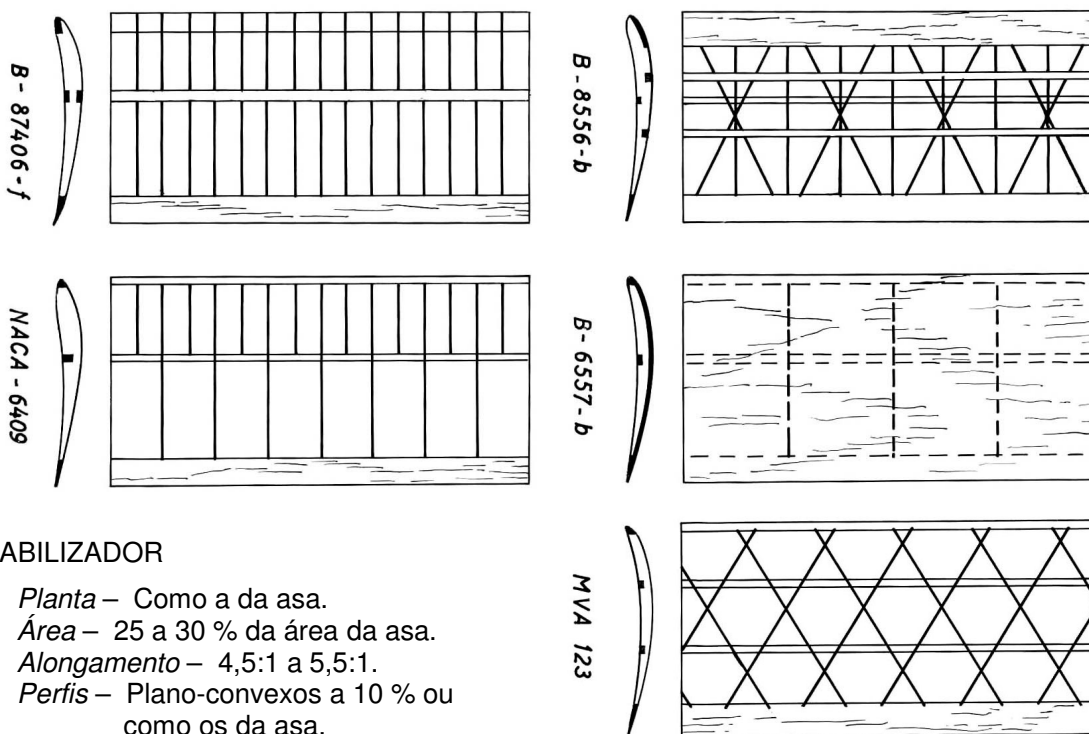
Planta – Rectangular ou trapezoidal, com as extremidades elípticas ou arredondadas.

Área – Cerca de 80 % da área total.

Alongamento – 9:1 a 11:1.

Envergadura – 120 a 140 cm.

Perfis e estruturas:



ESTABILIZADOR

Planta – Como a da asa.

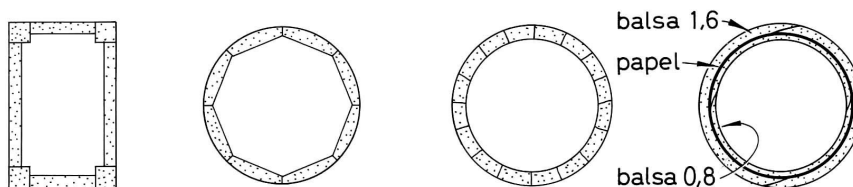
Área – 25 a 30 % da área da asa.

Alongamento – 4,5:1 a 5,5:1.

Perfis – Plano-convexos a 10 % ou como os da asa.

FUSELAGEM

Secções – Quadrada, rectangular, redonda, oval, em diamante.



HÉLICE

Área – 10 a 15 % da área da asa.

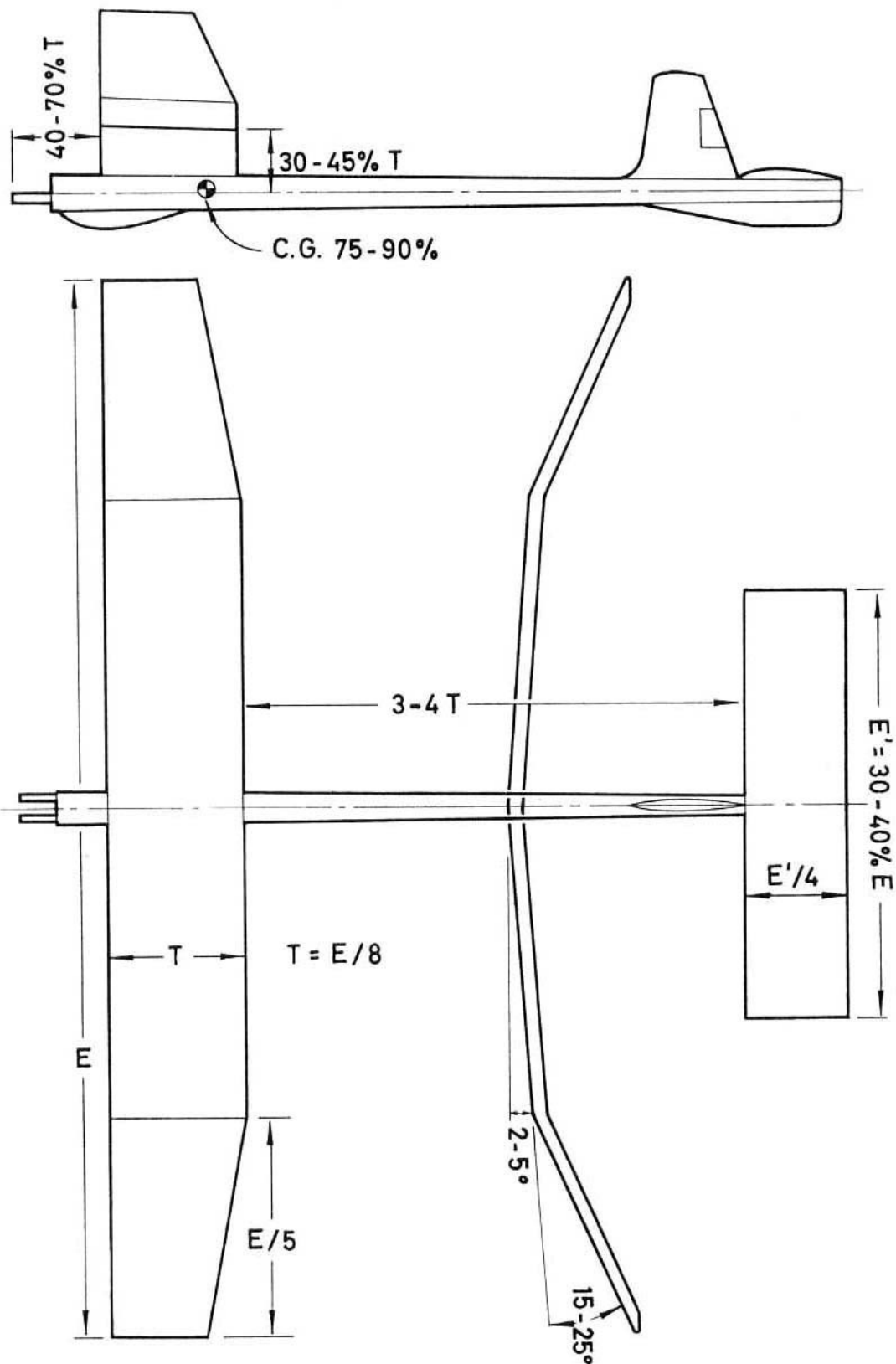
Diâmetro – $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ da envergadura da asa (45 a 60 cm).

Passo – 1 a 1,3 vezes o diâmetro (55 a 70 em).

MOTOR

Elástico de 6 x 1 em motores com 12, 14 ou 16 fios.

MOTOMODELOS, Tipo Campeonato do Mundo



MOTOMODELOS

Características regulamentares	Cilindrada máxima do motor: 2,5 c.c. Peso total mínimo: 300 g por cm ³ . Carga mínima: 20 g/dm ² . Carga máxima: 50 g/dm ² . Tempo motor máximo: 10 s.
--------------------------------	---

ASA

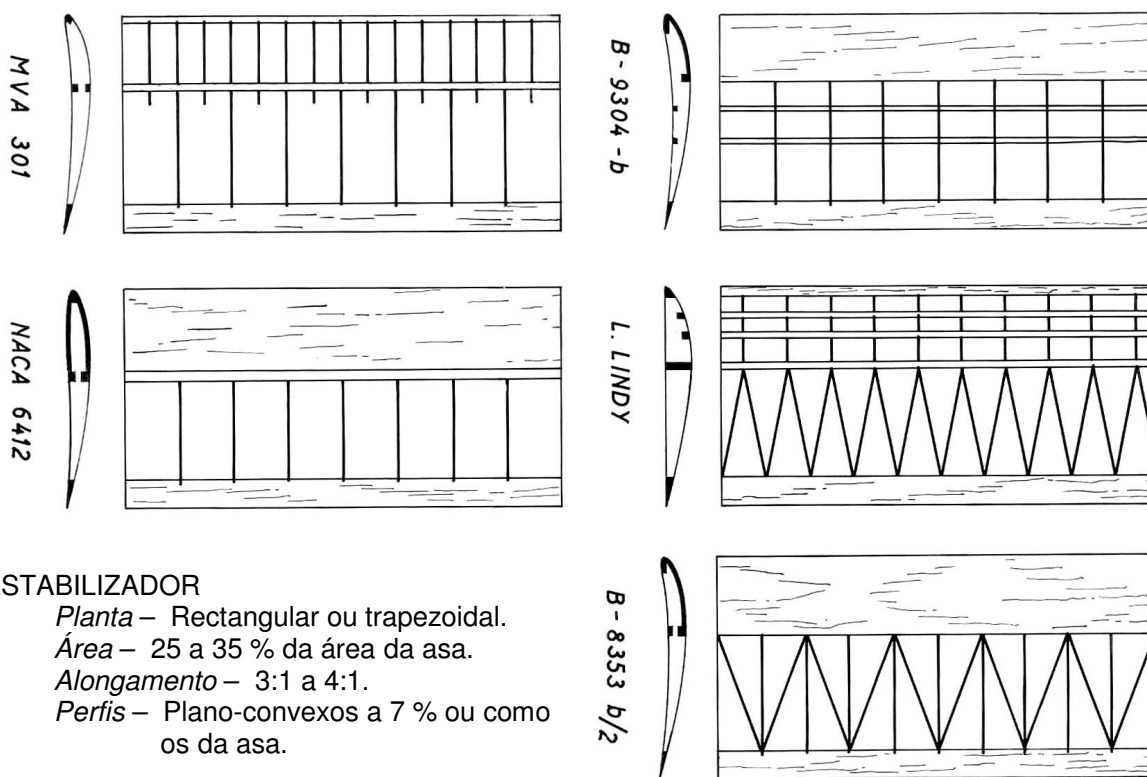
Planta – Rectangular com os extremos trapezoidais.

Área – 28,5 a 29,5 dm².

Alongamento – 8:1 a 10:1.

Envergadura – 150 a 170 cm.

Perfis e estruturas:



ESTABILIZADOR

Planta – Rectangular ou trapezoidal.

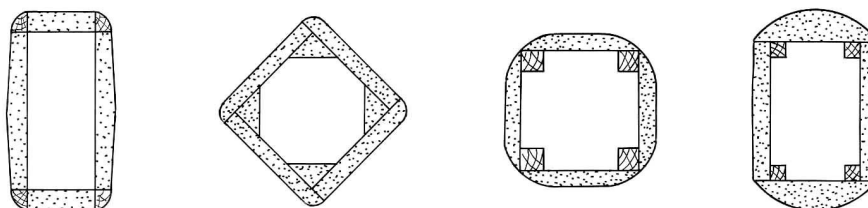
Área – 25 a 35 % da área da asa.

Alongamento – 3:1 a 4:1.

Perfis – Plano-convexos a 7 % ou como os da asa.

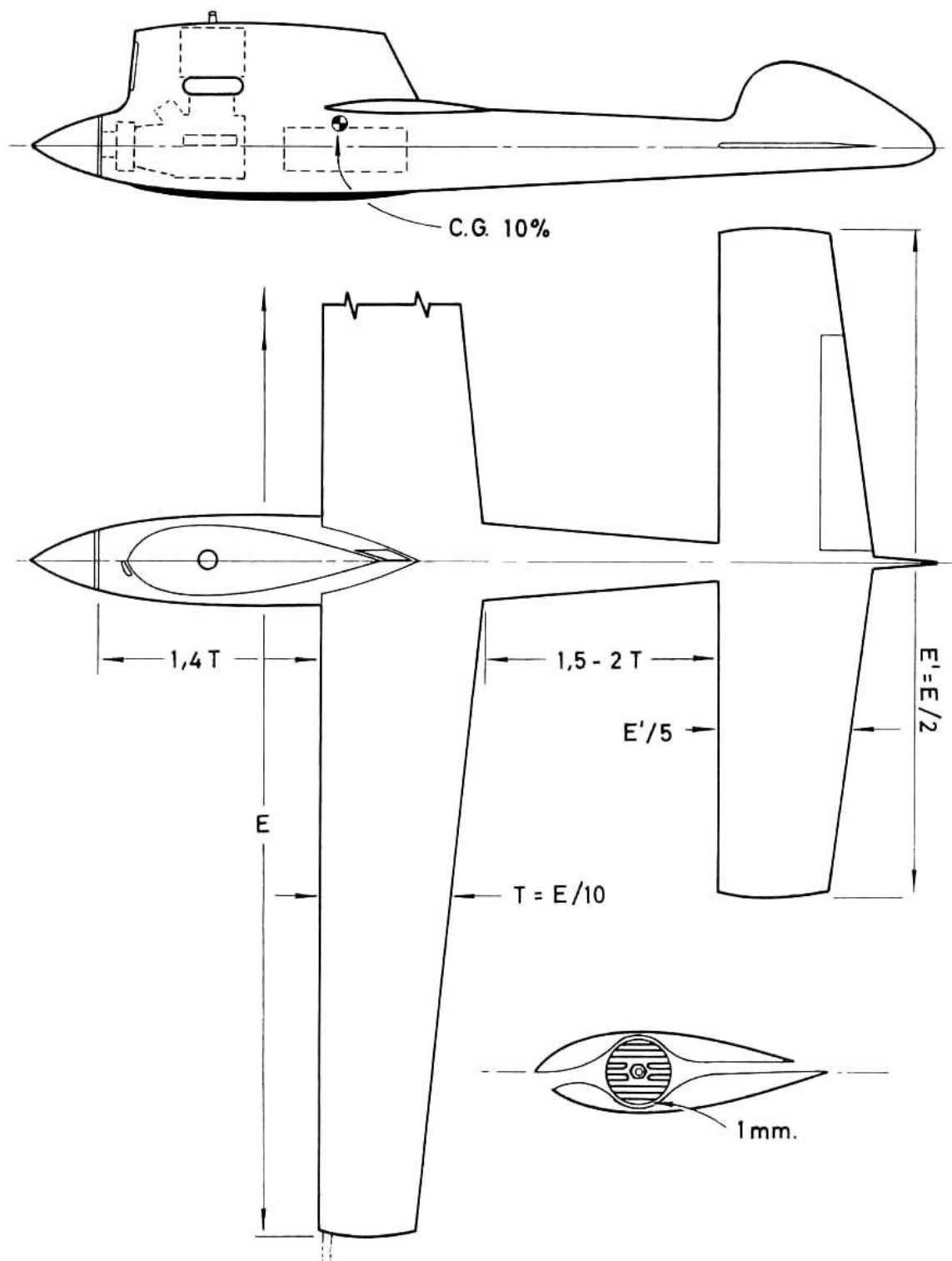
FUSELAGEM

Secções – Rectangular, oval, em diamante.



Altura da cabana da asa: 30 a 45 % da profundidade média da asa.

VELOCIDADE, Série I



VELOCIDADE

Características regulamentares	{ Cilindrada máxima do motor: 2,5 c.c. Área total mínima: 2 dm ² por cm ³ . Carga máxima: 100 g/dm ² .
--------------------------------	--

ASA

Planta – Trapezoidal, com bordos arredondados, ou elíptica.

Área – 65 a 70 % da área total.

Alongamento – 8:1 a 10:1.

Envergadura – de 50 a 60 cm.

Perfis – D. G. A. 1182, N. A. C. A. 0009, Clark Y (abatido a 6 ou 7%).

ESTABILIZADOR

Planta – Como a da asa.

Área – 30 a 35 % da área total.

Alongamento – 4:1 a 5:1.

Envergadura – 45 a 50 % da envergadura da asa.

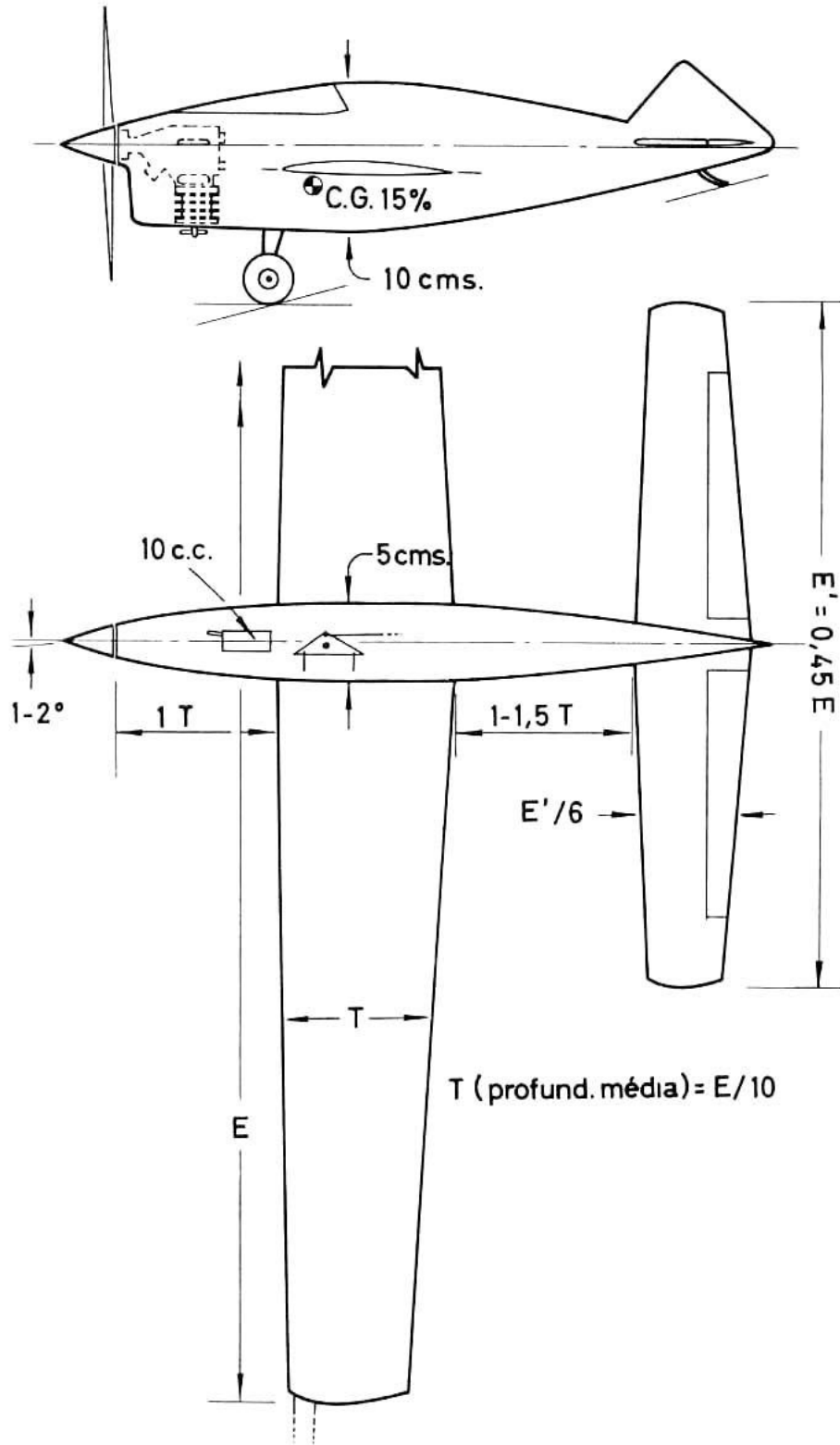
Perfil – Simétrico.

Área do leme de profundidade – Cerca de 10 % da área do plano horizontal.

FUSELAGEM

Estrutura – Motor assente em casco metálico. A restante estrutura é leve (balsa e contraplacado, ou construção especial em papel gomado).

CORRIDAS, Série I



CORRIDAS

Características regulamentares	{	Cilindrada máxima do motor: 2,5 c.c.
		Área total mínima: 12 dm ² .
		Peso total máximo: 700 g.
		Capacidade máxima do depósito de combustível: 10 cm ³ .
	{	Secção mínima da fuselagem no lugar do piloto
		{ Altura: 10 cm. Largura: 5 cm. Área: 39 cm ² .
		Diâmetro mínimo da roda: 2,5 cm.

ASA

Planta – Trapezoidal, com bordos arredondados, ou elíptica.

Área – Aproximadamente 75 % da área total.

Alongamento – 8:1 a 12:1.

Envergadura – de 90 a 120 cm.

Perfis – N. A. C. A. 2409-34, R. A. F. 28, Saint-Cyr 52, Clark Y abatido.

ESTABILIZADOR

Planta – Como a da asa.

Área – Aproximadamente 25 % da área total.

Alongamento – 5:1 a 7:1.

Envergadura – 45 a 50 % da envergadura da asa.

Perfil – Simétrico.

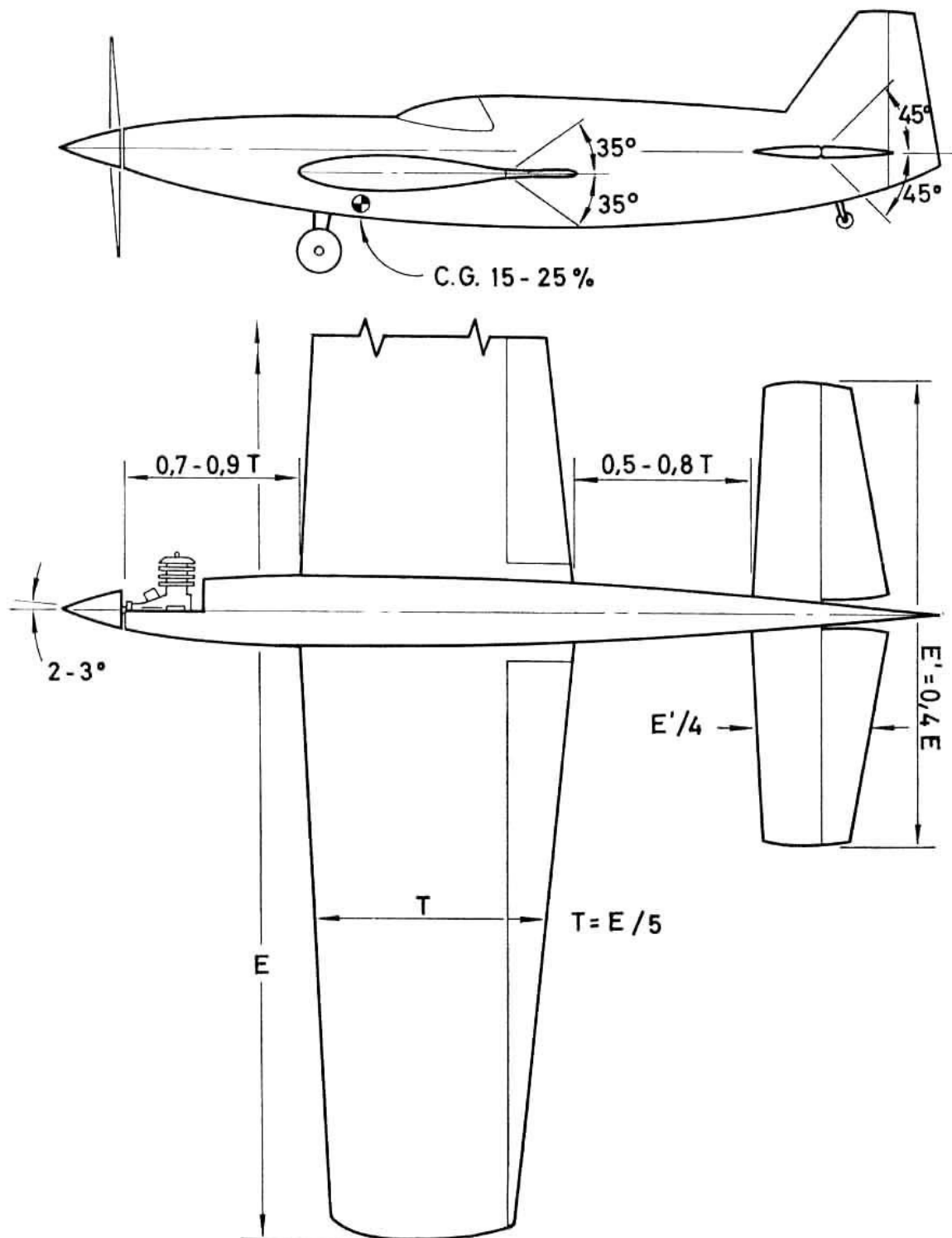
Área do leme de profundidade – Cerca de 25 % da área do plano horizontal.

FUSELAGEM

Estrutura – Bancada do motor metálica (chapa de dural de 2 mm), solidamente aparafusada a duas longarinas de faia ou pinho, que suportam, igualmente, a asa e o trem de aterragem. Toda a restante estrutura é leve (balsa e contraplacado).

Canais de arrefecimento do motor do tipo *speed*.

ACROBACIA



ACROBACIA

Características regulamentares	{ Cilindrada máxima do motor: 10 c.c. Área total máxima: 150 dm ² .
--------------------------------	---

ASA

Planta – Trapezoidal ou rectangular, com bordos arredondados, ou elíptica.

Área – 34 a 40 dm².

Alongamento – 4,5:1 a 5:1.

Envergadura – 130 a 145 cm.

Área dos «flaps» – 10 a 15 % da área total da asa.

Amplitude dos «flaps» – 25 a 30° para curtos momentos de cauda e 45° para momentos longos.

Perfis – N. A. C. A. 0012, N. A. C. A. 0015, N. A. C. A. 0018.

ESTABILIZADOR

Planta – Como a da asa.

Área – 15 a 18 % da área da asa.

Alongamento – 4:1.

Envergadura – 35 a 40 % da envergadura da asa.

Perfil – Simétrico.

Área do leme de profundidade – 48 a 50 % da área do plano horizontal.

Amplitude do leme de profundidade – 30 a 45°.

FUSELAGEM

Estrutura – Motor assente em sólidas longarinas de faia, que suportam também o trem de aterragem, depósito de combustível e, se possível, a asa.

Nota da Edição Digital: Algumas das características regulamentares indicadas nos “modelos-tipo” atrás apresentados encontram-se desactualizadas, face aos Regulamentos FAI actuais. Como tem sido regra nesta edição digital, e por razões históricas, têm sido respeitados os textos originais, embora com chamadas de atenção nos casos de desactualização mais significativa.

No caso concreto destes “modelos-tipo”, e porque são diversas as alterações regulamentares, entretanto ocorridas, as quais podem, aliás, sofrer evolução a qualquer momento, é recomendada a consulta do respectivo Regulamento FAI, antes de se iniciar qualquer projecto.