



## **Regimento para a Competição Brasileira de Minifoguetes do II CAB**

Competição de caráter estudantil.

A fase final será o lançamento de foguetes no Centro de Instrução de Santa Maria (CISM), do Exército Brasileiro. O II CAB vai providenciar equipe médica, ambulância, suporte logístico e de gestão.

A competição ocorrerá ao longo de três dias durante o congresso.

### **Responsáveis**

Prof. Alysson Nunes Diógenes (Univ. Positivo)

Prof. Artem Andrianov (UnB)

Prof. Carlos Alberto Rios Brito Jr. (UFMA)

Prof. Roberto Begnis Hausen (UFSM)

Nicolas Winckler Musskopf (discente da UFSM)

## **Categorias e Regras da Competição Brasileira de Minifoguetes**

§1 - Categoria: 500m, Nível de ensino **Universitário**, Objetivo principal: Inovação em foguetes de apogeu exato, Objetivos específicos: competição visando o desenvolvimento de habilidades de projeto e fabricação de aparelhos do voo, desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe.

### **1) Definição dos objetivos e regras gerais:**

- 1.1) A categoria da **Competição Brasileira de Minifoguetes** está definida no parágrafo §1, bem como os respectivos níveis de ensino dos membros de cada equipe, o tipo e objetivo de cada categoria.
- 1.2) O vencedor será a equipe que obtiver maior pontuação de acordo com os critérios estabelecidos no **item 7**.
- 1.3) Será considerado lançamento válido o minifoguete cuja altitude medida por altímetro for verificada na faixa de 400m a 600m.
- 1.4) Cada equipe poderá tentar até três vezes ignitar o motor do seu minifoguete, podendo substituir o motor ou minifoguete nestas tentativas.
- 1.5) Os minifoguetes não podem ter controle ativo sobre o apogeu.



- 1.6) Cada equipe será responsável por encontrar o seu minifoguete após o voo. Ao encontrá-lo, a equipe não poderá mexer no minifoguete e deverá chamar um fiscal do evento até o local do pouso. Após o fiscal fazer os devidos registros, a equipe será autorizada a retirar o minifoguete do local de pouso.
- 1.7) O método para determinar o apogeu é altímetro eletrônico a bordo do minifoguete que registre a trajetória desde o lançamento até a caracterização da velocidade de impacto com o solo. Não serão aceitos altímetros que só registram o apogeu.
- 1.8) Se, por qualquer motivo, não puder ser lido o apogeu de um altímetro, o minifoguete será desclassificado. Apenas com a finalidade de listar os resultados de cada categoria, poderá ser usada uma estimativa visual do apogeu, ou de outra forma, sem validade para premiação.

## 2) Regras sobre as equipes:

- 2.1) **Cada equipe deverá fazer a sua inscrição** no prazo estipulado pela organização da competição, por meio de uma taxa, dependendo da data de inscrição. **O valor pago não será devolvido no caso de desistência da equipe ou indeferimento da inscrição.**
- 2.2) Cada equipe deve ter obrigatoriamente todos seus membros inscritos no II CAB ou na competição, e pelo menos um membro inscrito no II Congresso Aeroespacial Brasileiro.

## 3) Regras sobre os motores-foguete:

- 3.1) O motor da categoria **500m** deve ser **desenvolvido, projetado e fabricado pela equipe.**
- 3.2) A classe limite para essa categoria é **H**, conforme a classificação de motores da [NAR](#) (National Association of Rocketry); e o respectivo limite de impulso total (It).
- 3.3) Poderão ser usados motores-foguete com qualquer tipo de propelente que não seja tóxico ou que seus produtos não sejam tóxicos de acordo com as leis ambientais vigentes no Brasil. Podem ser usados propelentes, por exemplo: nitratos/açúcar e pólvora negra. Não podem ser usados, por exemplo: hidrazina e amianto.
- 3.4) Poderão ser usados motores-foguete constituídos por qualquer tipo de material em conformidade com regras especiais estabelecidas no item 4.
- 3.5) Quantidade máxima de motores em cada minifoguete: um.
- 3.6) Quantidade máxima de estágios em cada minifoguete: um.
- 3.7) Não será permitido que uma equipe use motor de outra equipe, **com ou sem permissão desta**; se isso for constatado a qualquer tempo, a equipe será desclassificada.
- 3.8) **A equipe deverá fazer a inscrição do seu motor** no prazo estipulado pela Organização da competição.



- 3.9) Na inscrição de motor não comercial é obrigatório que sejam apresentados os dados e resultados de até três testes estáticos bem-sucedidos do motor-foguete, com medida do empuxo versus tempo e cálculo de parâmetros derivados como o impulso total. Ainda em relação aos testes estáticos, sugere-se que o primeiro teste de segurança seja para demonstrar o funcionamento do sistema de propulsão. O segundo teste pode focar na medição de parâmetros e o terceiro teste estático, caso necessário, pode ser realizado para confirmação dos parâmetros medidos. Teste bem-sucedido é aquele que não apresenta anomalia importante durante o funcionamento do motor, isto é, sem explosão, sem ejeção de componentes como tubeira e tampa do motor etc.

#### **4) Regras sobre os minifoguetes:**

- 4.1) Cada equipe deverá projetar e fabricar ou montar os seus minifoguetes.
- 4.2) Cada equipe terá que arcar com as despesas de desenvolvimento e testes de seus minifoguetes.
- 4.3) Para motores de propelente sólido, poderão ser constituídos por qualquer tipo de material não tóxico e não metálico, inclusive para os componentes estruturais. Serão avaliados com pontos auxiliares as estruturas baseadas em materiais compósitos com componentes naturais, tais por exemplo como fibras vegetais e recicláveis. Para motores de propulsão híbrida, são permitidos componentes metálicos. O não cumprimento desta regra implica em perda de pontuação, mas não em eliminação da competição.
- 4.4) É obrigatório que cada minifoguete tenha algum sistema de recuperação por paraquedas, fita ou equivalentes para: reduzir a velocidade de queda do minifoguete a no máximo 36 km/h (10 m/s) no impacto com o solo, aumentar sua visibilidade, diminuir riscos de acidentes e não danificar o altímetro a bordo.
- 4.5) O minifoguete será desclassificado se o sistema de recuperação não funcionar ou a sua velocidade no impacto com o solo for superior a 36 km/h (10 m/s).
- 4.6) Todos os componentes estruturais do minifoguete precisam cair unidos com o seu sistema de recuperação. Havendo separação em duas ou mais partes, o minifoguete será desclassificado.
- 4.7) Cada equipe será responsável pelo lançamento dos seus minifoguetes, com sua própria rampa de lançamento e sistema de ignição. Sob pedido, e caso seja possível, a organização da competição poderá emprestar alguma rampa de lançamento e sistema de ignição.
- 4.8) O sistema de ignição não poderá ser pirotécnico ou automático. O lançamento do minifoguete deverá ser controlado pelo ignitista. A ignição terá que ser elétrica e feita a uma distância que a equipe considere segura para o seu motor e minifoguete em caso de falha catastrófica (explosão).
- 4.9) Depois de pronto em sua rampa de lançamento, o minifoguete deverá estar preparado para suportar uma espera de até uma hora para ter autorização para o seu lançamento, sem qualquer intervenção da equipe.



- 4.10) O projeto do minifoguete deverá ser de autoria de cada equipe. Não será permitido que uma equipe use o projeto de outra equipe, com ou sem permissão desta; se isso for constatado a qualquer tempo, a equipe será desclassificada.
- 4.11) **A equipe deverá fazer a inscrição do seu minifoguete** no prazo estipulado pela organização da competição. Com base nesta inscrição, poderá ser indeferido o uso do minifoguete no evento, por ser considerado inseguro.
- 12) Na inscrição do minifoguete é obrigatório que sejam apresentados os dados e resultados de dois voos-teste bem-sucedidos do minifoguete. Voo-teste bem-sucedido é aquele que atenda às quatro seguintes condições: (i) voo estável ou quase estável, ou seja, que o minifoguete tenha subido verticalmente ou dentro de um ângulo máximo de 30 graus com a vertical durante o voo ascendente e com o nariz sempre apontado para cima até o apogeu; (ii) que o motor-foguete não apresente anomalia importante durante o seu funcionamento, isto é, sem explosão, sem ejeção de componentes como tubeira e tampa do motor etc; (iii) que o sistema de recuperação tenha funcionado conforme projetado ou esperado, resultando em um pouso com velocidade de no máximo 36 km/h (10 m/s); e (iv) que todos os componentes estruturais do minifoguete pousem unidos (a exceção será para elementos responsáveis pelo funcionamento de sistema de recuperação, tais como coifa, porta de paraquedas).
- 13) Na inscrição do minifoguete também é obrigatório que sejam apresentados os dados do motor e do minifoguete que a equipe pretende lançar no evento. A inscrição será indeferida caso sejam constatadas características diferentes dos motores testados estaticamente e dos minifoguetes dos voos-teste a ponto de comprometer a sua estabilidade em voo e segurança do público.
- 14) Desde que sejam atendidas as restrições acima, as equipes têm liberdade para fabricar e montar os seus minifoguetes da forma que quiserem, usando componentes ou kits comerciais ou de fabricação própria, importados ou nacionais.

## **5) Sobre o Projeto Inovador:**

- 5.1) Cada equipe deverá apresentar obrigatoriamente na competição um projeto inovador.
- 5.2) Para essa competição, será considerado um projeto inovador as inovações tecnológicas apresentadas em uma, das duas categorias consideradas pela comissão: (A) INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM MATERIAIS ALTERNATIVOS E SUSTENTÁVEIS, e, (B) INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SISTEMA DE PROPULSÃO.
- 5.3) **No ato da inscrição, cada equipe deve mencionar qual categoria de inovação irá participar.**
- 5.4) Entende-se por **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM MATERIAIS ALTERNATIVOS E SUSTENTÁVEIS** o emprego de materiais não metálicos e alternativos aos materiais tradicionais usados na construção do minifoguete. Essa inovação deve propor uma melhoria no peso estrutural do minifoguete, bem como verificar um bom desempenho durante o voo.



- 5.5) Entende-se por **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SISTEMA DE PROPULSÃO**, qualquer modificação realizada no motor-foguete (seja ele sólido ou híbrido) que comprovadamente melhore o seu desempenho no impulso e na velocidade.

## **6) Sobre o projeto detalhado e apresentação:**

- 6.1) Cada equipe deverá entregar um **projeto detalhado** para a comissão julgadora em prazo previamente estabelecido e divulgado nos meios de comunicação do evento. A equipe que não entregar o projeto no prazo estará automaticamente desclassificada.
- 6.2) O projeto detalhado deverá conter até 4500 palavras no máximo. A formatação das páginas deverá obedecer às normas da ABNT.
- 6.3) A confecção do projeto detalhado é livre e deve conter os elementos que serão apresentados na sessão técnica, porém, alguns itens são obrigatórios em ambos (projeto e apresentação): (i) O Título do Projeto Inovador; (ii) Autores; (iii) Introdução (até 1000 palavras no máximo. Onde se descreve sobre o objetivo principal e objetivos específicos, justificativa e fundamentação teórica com referências bibliográficas); (iv) Materiais e Métodos (até 1000 palavras no máximo); (v) Resultados e Discussões; (vi) Considerações finais (no máximo 200 palavras); (vii) Agradecimentos, e; (viii) Referências (de acordo com a ABNT vigente). Ressalta-se que o **Projeto Inovador** é um dos critérios com maior pontuação.
- 6.4) As figuras (desenhos técnicos, ilustrações, fotos e demais imagens) devem estar em Anexo e devidamente numeradas no projeto detalhado.
- 6.5) O laudo de teste estático (veja item 3.9) deverá estar anexado no final do projeto.
- 6.6) A equipe deverá apresentar o seu projeto detalhado em uma sessão técnica do Congresso Aeroespacial Brasileiro. A apresentação é presencial e deve usar o programa computacional PowerPoint ou similar. Uma cópia da apresentação deverá ser entregue à comissão antes do início da sessão técnica.
- 6.7) Cada apresentação deverá ser realizada no tempo máximo de 15 minutos, com mais 5 minutos para arguição da comissão julgadora. As sessões são públicas, porém, não será permitido intervenções do público durante a apresentação.
- 6.8) Na apresentação presencial o projeto inovador deverá ser detalhado com a exposição dos desafios encontrados pela equipe e das soluções aplicadas. Também, uma análise de custo e eficiência deve ser apresentada demonstrando os seus custos para concepção e manufatura do minifoguete observando os efeitos das suas decisões de compra e contrato de serviços sobre a eficiência de voo.

## **7) Critérios de Avaliação:**

- 7.1) Cada equipe será avaliada em quatro critérios obrigatórios: (i) Entrega do projeto detalhado e apresentação oral; (ii) entrega do protocolo de segurança adotado pela equipe; (iii) Lançamento do foguete, e; (iv) Projeto inovador. Cada equipe deverá



entregar um laudo de teste estático para o motor foguete, onde devem ser reportados os resultados de 03 (três) testes bem sucedidos (junto ao laudo deverá ser enviado um vídeo registrando estes ensaios). A equipe será desclassificada se não enviar o laudo de teste estático juntamente com o vídeo de registro.

- 7.2) Avaliação do projeto detalhado e da apresentação presencial - a comissão observará os itens obrigatórios descritos no campo 6 deste regimento. O Laudo de teste estático deve ser anexado no final do projeto. Ressalta-se a importância do envio do projeto detalhado dentro do prazo com a penalidade da equipe ser desclassificada. A apresentação oral deve seguir a sequência apresentada no projeto detalhado que foi entregue à comissão.
- 7.3) Avaliação do protocolo de segurança - a equipe deverá entregar, juntamente com a inscrição, um documento onde se descreve as medidas sequenciadas de segurança adotadas pela equipe para realização do lançamento do seu foguete. No dia do lançamento, a equipe deve, portanto, seguir a mesma sequência de segurança descrita em seu protocolo para o preparo e lançamento.
- 7.4) Avaliação do lançamento do foguete - o intervalo de apogeu para os minifoguetes deverá estar entre 400 a 600 metros. Fora deste intervalo a equipe será desclassificada. Serão pontuadas as 05 equipes que mais se aproximarem do apogeu exato de 500m. A velocidade de impacto no final da trajetória do minifoguete não pode ultrapassar os 36 Km/h (10 m/s). Caso seja constatado velocidade de chegada maior que 36 Km/h, a equipe será desclassificada. O sistema de recuperação (paraquedas) deve garantir que o impacto no solo não danifique a estrutura do minifoguete. Ao chegar ao solo, o minifoguete deve estar inteiramente completo. Caso o minifoguete tenha perdido algum componente no voo ou no impacto no solo, a equipe será desclassificada. Serão permitidos até 03 (três) lançamentos por equipe.
- 7.5) Avaliação do projeto inovador - A equipe pode apresentar 01 (um) ou mais de um projeto inovador desde que estejam descritos no projeto detalhado. Entretanto, no caso da equipe apresentar duas categorias de projeto inovador, **será considerado para avaliação da comissão somente 01 categoria**. Ou seja, a equipe deve escolher qual das duas categorias (A ou B do item 5.2 deste regimento) o seu projeto inovador será avaliado.
- 7.6) Serão ao todo **03 (três) premiações** para esta competição, a saber: (i) MELHOR PROJETO INOVADOR CATEGORIA 'A'; (ii) MELHOR PROJETO INOVADOR CATEGORIA 'B'; (iii) MELHOR APOGEU.
- 7.7) A composição da **NOTA FINAL** de cada equipe será dada por uma soma simples dos itens pontuados conforme as tabela 01 e 02 abaixo.



**TABELA 01** - Itens pontuados para o PROJETO INOVADOR das Categorias A e B

Descrição	O que será verificado	Pontuação
Projeto Inovador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nível de inovação e relevância do projeto;</li> <li>- Empregabilidade na indústria aeroespacial</li> <li>- Relação Custo X Benefício</li> </ul>	Até 05 pontos
Apresentação do projeto detalhado e do projeto inovador na sessão técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obediência na sequência apresentada no projeto detalhado;</li> <li>- Organização, postura e linguagem do(a) apresentador(a) e clareza nas ideias.</li> </ul>	Até 02 pontos
Lançamento do minifoguete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valor atingido no seu apogeu;</li> <li>- Segurança.</li> </ul>	Até 03 pontos
<b>TOTAL</b>		<b>Até 10 pontos</b>



**TABELA 02** - Itens pontuados para o MELHOR LANÇAMENTO da Competição

Descrição	O que será verificado	Pontuação
Protocolo de segurança	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segurança seguida pelos componentes da equipe durante o preparo e lançamento do minifoguete.</li> <li>- Entrega do protocolo de segurança a ser seguido pela equipe antes do lançamento</li> </ul>	Até 03 pontos
Lançamento do minifoguete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor mais próximo do apogeu exato de 500 m dentro das regras estabelecidas neste regimento</li> </ul>	Até 05 pontos
Recuperação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integridade do foguete</li> <li>- Velocidade do impacto no solo (não superior a 36 Km/h)</li> </ul>	Até 02 pontos
<b>TOTAL</b>		<b>Até 10 pontos</b>

## 8) Locais a serem realizados os lançamentos dos minifoguetes:

As competições ocorrerão durante o período do congresso, e o local a ser usado encontra-se nas seguintes coordenadas aproximadas -29.723250, -53.846222. Essas coordenadas podem ser alteradas pela comissão organizadora de acordo com condições meteorológicas.

