

REGULAMENTO

WARM-UP da Competição de Drones IFSC Câmpus
Florianópolis 2024



SUMÁRIO

1. OBJETIVO GERAL	3
1.1. Objetivos específicos	3
2. REGRAS GERAIS	3
3. REQUISITOS TÉCNICOS DAS AERONAVES	4
4. PROVAS E ATIVIDADES DA COMPETIÇÃO	4
4.1. ATIVIDADE 1 (A1) - Decolagem	4
4.2. ATIVIDADE 2 (A2) - Medição de terreno	5
4.3. ATIVIDADE 3 (A3) - Alijamento de carga	6
4.4. ATIVIDADE 4 (A4) - Transporte de carga	8
4.5. ATIVIDADE 5 (A5) - Passagem por frames	10
4.6. ATIVIDADE 6 (A6) - Voo automatizado	12
4.7. ATIVIDADE 7 (A7) - Velocidade	13
APÊNDICE A - Pontuação e Penalidades	14
A.1 - Pontuação	14
A.2 - Penalidades	14

1. OBJETIVO GERAL

Promover um “aquecimento” como etapa prévia e preparatória para a Competição que ocorrerá no Câmpus Florianópolis, junto com a SNCT 2024. Desenvolver habilidades e competências com aplicação da metodologia STEAM junto a alunos e professores de nível médio e superior por meio de uma competição de projeto, desenvolvimento e aplicação de soluções de engenharia a um veículo aéreo não tripulado remotamente controlado (RPA - *Remotely Piloted Aircraft*) tipo drone.

1.1. Objetivos específicos

Os itens abaixo complementam, sem limitar, o objetivo geral desta competição:

- Promover o desenvolvimento tecnológico associado a drones por meio de uma competição técnica saudável;
- Estimular a aplicação da metodologia STEAM em projetos técnicos e de engenharia no âmbito educacional;
- Viabilizar a troca de experiências com o estabelecimento de canais de intercomunicação entre nossa instituição de ensino, empresas e profissionais da área de drones;
- Consolidar a cultura de competições de drones no IFSC, viabilizando a motivação necessária para a expansão dessa iniciativa;
- Promover o desenvolvimento das linhas de pesquisa na área de RPAs e do Laboratório de Drones do IFSC Câmpus Florianópolis;
- Complementar as atividades do SEPEI 2024.

2. REGRAS GERAIS

As regras elencadas no [regulamento oficial da competição](#), possuem mesma validade para esta versão e devem ser seguidas para a janela de *warm up* a ser realizada, salvo as seguintes alterações:

A participação na etapa *warm-up* é restrita a equipes formadas em câmpus do IFSC. Embora seja recomendado, não há **obrigatoriedade** de que a equipe esteja inscrita na competição oficial para participar da etapa *warm-up*.

Para participar da etapa *warm-up*, todos os integrantes da equipe que pretendem ir ao Sepei 2024 devem realizar a inscrição na atividade no [site do SEPEI](#), entre **18 de julho e 1º de agosto de 2024**, seguindo as orientações da página.

3. REQUISITOS TÉCNICOS DAS AERONAVES

No regulamento oficial, esta seção trata das limitações em relação às características técnicas que as aeronaves devem possuir para participar da competição. O objetivo da especificação é estabelecer os requisitos mínimos, contudo, viabilizando uma certa flexibilidade por parte de cada equipe para que sejam implementadas soluções criativas dentro das possibilidades autorizadas. Para a janela de warm up a ser realizada no SEPEI 2024, os requisitos técnicos seguem os mesmos do regulamento oficial.

4. PROVAS E ATIVIDADES DA COMPETIÇÃO

As aeronaves devem ser projetadas para que consigam cumprir diferentes atividades/provas, para as quais serão atribuídos pontos conforme o desempenho da equipe. A pontuação total da equipe será a somatória de pontos conquistados em cada atividade descontados das eventuais punições que venha a sofrer.

As atividades podem ser realizadas quantas vezes a equipe desejar, respeitando o tempo limite de sua janela de voo, sendo a maior pontuação de cada prova a considerada para a pontuação final. Não há diferença ou adaptação nas atividades da competição por conta da categoria da equipe, seja Q450 ou H550, todos competem da mesma forma.

A equipe pode optar por realizar quaisquer atividades em qualquer ordem, observando as restrições das atividades A1 (obrigatoriamente primeira) e A7 (caso seja realizada, deve ser a última). As equipes devem informar aos juízes de voo quais atividades estão realizando durante a janela de voo. As provas não executadas não receberão pontuação.

Não será permitido voo manual com auxílio de vídeo (*First Person View*), seja com piloto utilizando óculos dedicados ou com vídeo no controle remoto. Contudo, é autorizada a transmissão do vídeo para a estação de solo, sem acesso visual da imagem ao piloto.

As atividades de cada categoria e sua respectiva pontuação são listadas a seguir.

4.1. ATIVIDADE 1 (A1) - Decolagem

A decolagem será realizada de um ponto localizado dentro do campo de competição. A aeronave, inicialmente parada, deverá se deslocar verticalmente de maneira estabilizada, controlada e segura até uma altura segura para iniciar as outras atividades (no mínimo 1 m), durante o período mínimo de 10 segundos. Após o tempo de permanência, a aeronave deverá pousar com segurança (sem pouso forçado) com pelo menos uma parte do trem de pouso sobre o local de decolagem. As demais provas somente poderão ser realizadas se a atividade A1 for realizada com sucesso.

Pontuação - A atividade A1, por ser um pré-requisito para as outras provas, não terá pontuação.

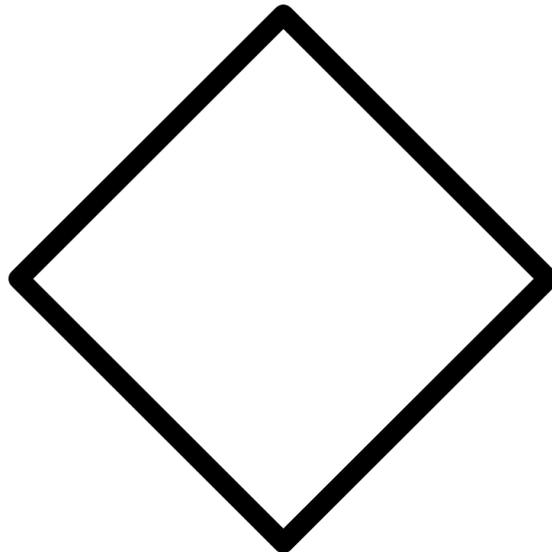
É ilimitada a quantidade de tentativas para realizar a atividade A1.

4.2. ATIVIDADE 2 (A2) - Medição de terreno

Uma região geométrica será disposta em uma determinada zona da competição. A aeronave deverá ser capaz de informar a área e o perímetro da região com a maior precisão possível. O formato da região geométrica será divulgado apenas no momento da janela de voo, devendo as equipes estarem preparadas para realizar as medidas independentemente da forma geométrica escolhida pela comissão organizadora.

Para essa atividade, a aeronave deverá decolar do ponto de partida e deverá realizar a medição sob uma altitude mínima de 1,5m sobre o desenho. Após a medição, poderá pousar próximo à área de decolagem.

A figura abaixo exemplifica, esquematicamente, uma região geométrica passível de ser escolhida e posicionada sobre o gramado. O padrão de cores será semelhante ao da figura, fundo branco e linhas pretas com espessura de 20mm.



Pontuação - A equação para o cálculo da pontuação da atividade A2 é assim definida,

$$P_{A2} = 20 \cdot k_{pa} \cdot k_{tr} \cdot Err$$

sendo,

$k_{pa} = 2$ para missão totalmente autônoma e 1 caso um piloto assumo o controle em qualquer momento da missão;

6

$k_{tr} = 1,0$ para dados fornecidos em tempo real (dentro da janela de voo); $0,5$ para dados pós processados (deverá ser entregue até 15 minutos após o término da janela de tempo da equipe);

Err = O fator multiplicativo de erro, o qual é definido pela seguinte equação:

$$Err = - 0,5 \cdot (Erro em \%) + 12,5$$

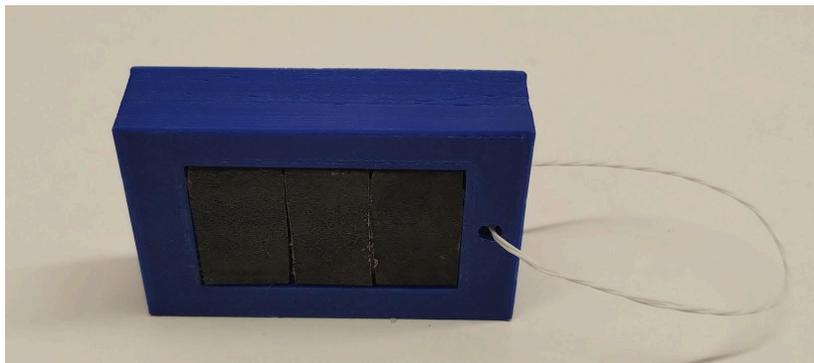
$Err = 12,5$ para erro igual a 'zero' (medição exata até a segunda casa decimal) com valor decaindo linearmente até erros de 20%, o qual recebe nota 0. Dessa forma, para erros maiores que 20% a atividade não é pontuada.

A **pontuação máxima** de $A2 = 20 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 12,5 = 500$ pontos

4.3. ATIVIDADE 3 (A3) - Alijamento de carga

A aeronave deverá ser capaz de alijar um prisma retangular de aproximadamente 60 mm x 40 mm x 15 mm, de aproximadamente 65¹ g, fornecido pela organização no dia da competição, a partir de uma altura de aproximadamente 2,5 m a qual será composta por um obstáculo formado de uma barra horizontal suportada por duas barras verticais.

Pelo menos uma das faces maiores do prisma terá material **ferromagnético**, permitindo transporte por um eletroímã, por exemplo. O alijamento poderá ser dinâmico ou estático, não havendo diferença na pontuação. Abaixo, segue a imagem do objeto de alijamento fornecido pela comissão organizadora, com destaque para o laço disponível para fixação ao sistema de descarga a ser instalado na aeronave e da face que possui material ferromagnético.

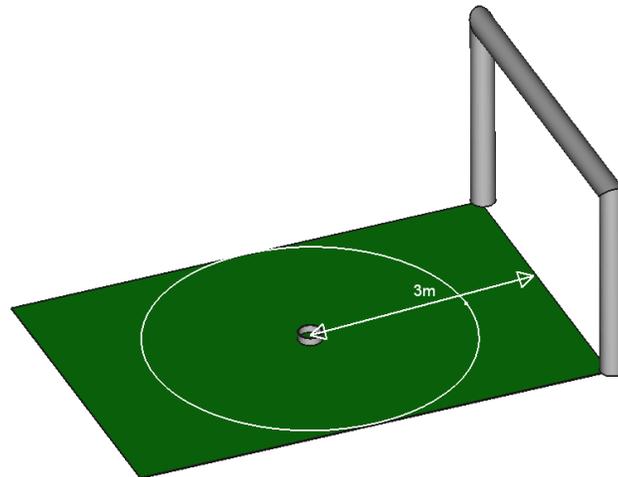


O alijamento deverá ser feito no mesmo plano horizontal após a passagem sobre o obstáculo, ou seja, o drone **não** poderá ter sua altura de voo reduzida antes do alijamento. Caso isto ocorra, de forma intencional ou não, a missão naquela janela será **invalidada** e poderá ser reiniciada. Caso a peça a ser alijada seja presa ao drone por cabo ou corda, essa não pode ter comprimento maior que 20 cm.

¹ Tolerância de +- 2g.

A aeronave não poderá tocar no obstáculo. Caso isto ocorra, de forma intencional ou não, a missão naquela janela será penalizada conforme Apêndice A. A palavra final sobre eventuais toques ou redução da altura de voo caberá exclusivamente aos juízes de voo.

O alvo onde o prisma será alijado consiste em uma área circular delimitada por um aro circular de 30 cm de diâmetro posicionado no centro, conforme a figura abaixo. Após o alijamento, a aeronave deverá deslocar-se e pousar nas proximidades da área de decolagem.



A pontuação desta atividade será calculada com relação a distância (em centímetros) em linha reta do local onde o prisma alijado finalizou a trajetória, podendo ser diferente do local de contato inicial, e o centro da casca cilíndrica.

As coordenadas geográficas de pontos de interesse da área de voo devem ser obtidas por cada equipe, no momento de reconhecimento da área, conforme previsto no cronograma da competição. A distância entre o centro da região de alijamento ao centro das duas barras verticais será de 3,0 m.

Pontuação - A equação para o cálculo da pontuação da atividade A3 é assim definida,

$$P_{A3} = (200 - \Delta x) \cdot 1,25 \cdot k_{pa}$$

sendo,

Δx = distância em linha reta do prisma ao centro do alvo;

k_{pa} = 2 para missão totalmente autônoma e 1 caso um piloto assumo o controle em qualquer momento da missão.

A **pontuação máxima** de A3 é igual a 500 pontos, a qual ocorrerá na situação que o prisma seja alijado dentro do cilindro em voo autônomo. Para prismas alijados a uma distância maior que 200 cm do centro da casca cilíndrica, a pontuação será igual a 0.

4.4. ATIVIDADE 4 (A4) - Transporte de carga

A aeronave deverá ser capaz de transportar uma carga de um ponto A até um ponto B dentro do campo de voo. Esta carga pode ser qualquer objeto, confeccionado pela equipe com massa mínima de 65g e máxima a critério da equipe, sendo que a pontuação obtida é diretamente proporcional à massa transportada conforme apresentado na subseção **pontuação**.

A equipe poderá alterar a massa da carga transportada dentro da janela de voo. Durante um voo não poderá haver modificação da carga, ou seja, nenhuma carga poderá ser alijada nesta missão. A aeronave deverá coletar a carga no ponto A e transportá-la até o ponto B. As coordenadas destes pontos deverão ser obtidas por cada equipe, no momento do reconhecimento da área, conforme previsto no cronograma da competição.

O drone deve coletar a carga da forma que a equipe definir (eletroímã, gancho, etc.) devendo levá-la até o ponto B onde esta deverá ser colocada (pousada) de forma suave sobre a plataforma do ponto B. Cargas alijadas ou soltas sem o devido controle invalidam a prova. Não poderá haver intervenção de uma pessoa na liberação da carga. A “desconexão” da carga em relação à aeronave deve ser remota ou automática, porém a “conexão” pode ser realizada manualmente.

Durante o processo de “conexão” da carga no drone de forma manual, deve-se seguir o procedimento abaixo:

- O drone deverá ser pousado junto ao ponto “A” da área de voo e posteriormente desativado;
- Todas as hélices do drone deverão estar imóveis e o rádiocontrole não deve ser acionado;
- Será autorizado pela comissão organizadora que **no máximo dois** componentes da equipe desloquem-se até a área de voo para “conectar” a carga, sem remover o drone de seu local;
- Após o procedimento, o componente deverá retornar à área de segurança da equipe;
- A comissão organizadora indicará autorização para que o piloto reinicie o voo da aeronave e a continuidade da missão.

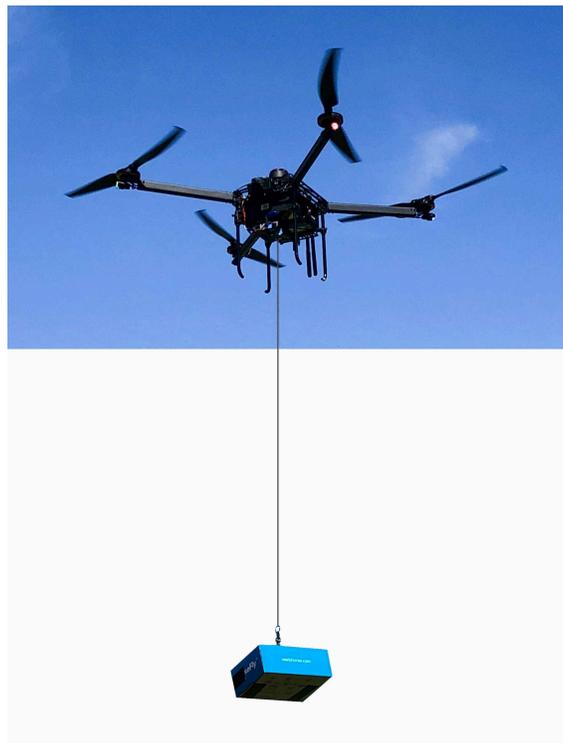
Na decolagem subsequente da aeronave após a entrega, a carga deverá permanecer dentro da área delimitada no ponto B para que a atividade seja considerada válida. A massa transportada será pesada pela comissão organizadora durante a janela de voo. Após o transporte de massa, o drone deverá retornar à base de decolagem, sendo que, neste pouso, deverá ter **ao menos** uma parte do trem de pouso posicionada sobre a base.

Para esta atividade, há duas possibilidades de execução:

- Massa transportada fixada diretamente na aeronave, com necessidade de pouso do drone no local B para a liberação via mecanismo com esse fim, conforme exemplo da figura abaixo.



- Massa transportada fixada na aeronave sob a forma de um sistema de guincho, com possibilidade de entrega do conteúdo sem pouso da aeronave. Neste caso, a entrega do objeto no local B é realizada com a utilização de corda ou cabo do sistema de guincho, conforme exemplo da figura abaixo.



- No caso da utilização do guincho, a corda ou cabo devem permanecer recolhidos durante o voo, podendo ser esticado apenas para a realização da entrega (com o drone pairado e distante do solo a uma altura mínima de 1,5m);
- Na realização da entrega, a corda ou cabo **podem** ser liberados junto com a carga **ou** recolhidos novamente para a aeronave:
 - A aeronave não poderá retornar ao ponto A com a corda esticada. Deverá ser recolhida ou deixada junto com a carga no ponto B.

A equipe é responsável pela fabricação do objeto a ser transportado, com liberdade de escolha quanto ao formato ou material aplicado. Contudo, **é estritamente proibido o uso de Chumbo (Pb) como carga.**

Pontuação - A equação para o cálculo da pontuação da atividade A4 é assim definida,

$$P_{A4} = 0,5 \cdot k_m \cdot k_g \cdot k_c \cdot k_{pa}$$

sendo,

k_m - A massa (carga) transportada pelo drone em gramas (g) a qual deve ter um valor mínimo de 65g e o máximo, a critério da equipe e em função da capacidade do drone²;

$k_g = 1,0$ para missão realizada sem guincho e 2,0 para missão realizada com utilização de guincho;

$k_c = 1,0$ para missão realizada sem guincho ou com guincho e com recolhimento de cabo e 0,75 para missão realizada sem recolhimento da corda ou cabo;

$k_{pa} = 2,0$ para missão totalmente autônoma e 1,0 caso um piloto assumo o controle em qualquer momento da missão.

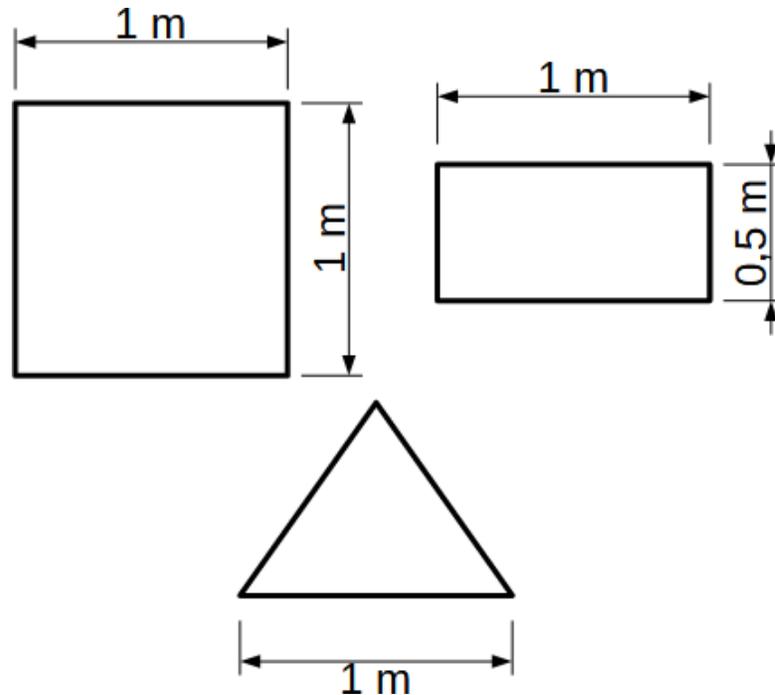
A **pontuação máxima** de A4 é diretamente proporcional à massa do material transportado. Exemplo: se uma equipe transporta uma massa de 300g de forma autônoma com guincho e recolhimento do cabo: 600 pontos.

4.5. ATIVIDADE 5 (A5) - Passagem por frames

Nesta atividade, a aeronave deverá ser capaz de sobrevoar e atravessar pelo interior de áreas delimitadas por estruturas físicas/bordas de tamanho específico. A passagem pelo frame somente será contabilizada em uma única direção, a ser definida pela comissão organizadora no momento da janela de voo.

As estruturas compõem três formas geométricas distintas: quadrado, retângulo e triângulo equilátero. As medidas estão dispostas na figura abaixo:

² O limite de peso máximo de decolagem de 2,5kg não poderá ser negligenciado nessa atividade.



As estruturas serão montadas pela comissão organizadora e podem estar dispostas diretamente no solo ou suspensas em uma altitude de até 1,5m. Para realizar a missão, a aeronave deverá ser conduzida a partir da área de decolagem e ultrapassar o frame escolhido sem tocar no solo ou na estrutura do frame. Após a passagem, a aeronave poderá repetir a manobra (em qualquer frame) por mais vezes, para aumentar a pontuação obtida, até o limite de 4 passagens em cada frame. Ao término da atividade, a aeronave deverá pousar em local próximo ao ponto de decolagem.

Pontuação - O limite de pontuação máxima para essa atividade é de 680 pontos, sendo a equação para o cálculo da pontuação:

$$P_{A5} = (10 \cdot n_q + 25 \cdot n_r + 50 \cdot n_t) \cdot k_{pa}$$

sendo,

n_q - A quantidade de passagens pelo frame quadrado;

n_r - A quantidade de passagens pelo frame retângulo;

n_t - A quantidade de passagens pelo frame triângulo equilátero;

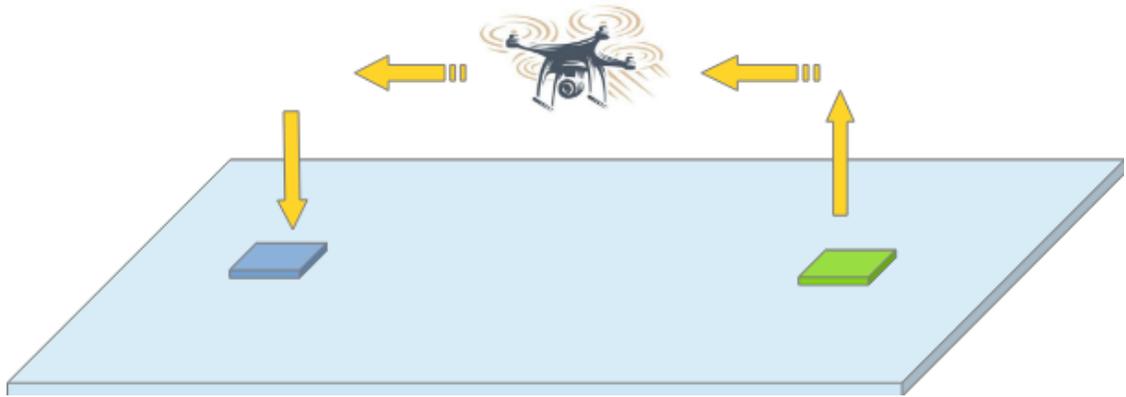
$k_{pa} = 2,0$ para missão totalmente autônoma e 1,0 caso um piloto assumo o controle em qualquer momento da missão.

No caso da aeronave realizar um pouso forçado, tocar no frame ou no solo de forma acidental, a atividade será invalidada, independente de quantas passagens tenham sido realizadas na tentativa. A única exceção a essa regra são as **proteções de hélices**, que podem tocar nos frames.

4.6. ATIVIDADE 6 (A6) - Voo automatizado

Para cumprir com êxito esta atividade, a aeronave deverá realizar um percurso definido sem a intervenção do piloto, ou seja, esse voo deverá ser programado para ser realizado de forma autônoma. Todavia, em todo momento, o piloto deverá estar com o rádio controle em mãos e pronto para assumir o comando da aeronave. O percurso pode ser escolhido pela equipe, embora a aeronave **não possa** sobrevoar acima do piloto.

Para o voo automatizado, a aeronave deverá decolar da estação inicial, percorrer a trajetória e pousar na estação final. Ao menos uma parte do trem de pouso deverá tocar a estação final. A ação de **armar** a aeronave e o comando para **iniciar** a missão podem ser efetuados pelo rádio controle. Ao término da missão, a aeronave deverá desarmar automaticamente.



Caso a aeronave toque no solo ou em qualquer obstáculo durante o voo, a atividade será invalidada e o piloto deverá assumir o controle da aeronave e pousar em segurança. A atividade também será invalidada no caso da aeronave pousar ou tocar no solo sem contato com a estação final. A altitude máxima que a aeronave deverá voar para essa missão é de 3 metros.

BÔNUS: Apenas no caso do pouso perfeito na estação final (sem nenhuma parte do trem de pouso fora da estação), a atividade 6 pode ser complementada com voo de retorno à base inicial, com metodologia idêntica à primeira etapa da missão, com exceção da inversão de posições das estações de pouso inicial e final.

Pontuação: Será calculada a partir da **maior distância medida** entre o trem de pouso e o centro da estação que a aeronave deve aterrissar. Caso a aeronave realize a aterrissagem com toda a estrutura do trem de pouso apoiada na estação final, será concedida pontuação máxima: 150 pontos para somente voo de ida e 300 pontos com voo bônus (retorno).

$$P_{A6} = (150 - \Delta x) \cdot k_r$$

sendo,

Δx - A distância medida do trem de pouso³ até o centro da estação final, em centímetros;

$k_r = 2,0$ para atividade realizada com retorno à base inicial (bônus) ou 1,0 para atividade sem retorno.

4.7. ATIVIDADE 7 (A7) - Velocidade

A atividade 7 só poderá ser realizada como a última atividade de cada equipe. Nenhuma outra prova poderá ser feita após a finalização desta atividade. Após a primeira tentativa da prova de velocidade, a equipe poderá repeti-la quantas vezes desejar.

O drone deverá, partindo do ponto inicial, contornar e/ou atravessar os obstáculos presentes no circuito e retornar até o ponto de chegada, no qual a aeronave deverá pousar. O circuito e os obstáculos contidos serão informados às equipes no momento da janela de voo pela equipe organizadora.

Para a contagem do tempo, será cronometrado desde o momento que o trem de pouso perde contato com a base inicial, durante a decolagem até o momento do primeiro toque de alguma parte do trem de pouso, quando retornar à base inicial.

A pontuação de cada equipe será relacionada com o tempo utilizado para a realização do circuito. O tempo de cada equipe será cronometrado pela equipe de juízes. Em caso de empate as pontuações serão divididas entre as equipes⁴.

Pontuação (apenas para as equipes que realizarem esta atividade) -

1° lugar - 250 pontos

2° lugar - 200 pontos

3° lugar - 150 pontos

4° lugar - 100 pontos

5° a 8° lugar - 50 pontos

Após 8° lugar - 0 ponto

³ Parte mais distante do trem de pouso.

⁴ Exemplo: se a equipe A e a equipe B empataram nesta atividade com o melhor tempo, a pontuação do 1° e 2° lugar serão somadas e o resultado dividido entre as equipes: $450/2 = 225$ pontos

APÊNDICE A - Pontuação e Penalidades

A.1 - Pontuação

Descrição	Pontuação	Pontuação Máxima
Decolagem	sem pontuação	sem pontuação
Medição de terreno	$P_{A2} = 20 \cdot k_{pa} \cdot k_{tr} \cdot Err$	500
Alijamento de carga	$P_{A3} = (200 - \Delta x) \cdot 1,25 \cdot k_{pa}$	500
Transporte de carga	$P_{A4} = 0,5 \cdot k_m \cdot k_g \cdot k_c \cdot k_{pa}$	proporcional à carga
Passagem por frames	$P_{A5} = (10 \cdot n_q + 25 \cdot n_r + 50 \cdot n_t) \cdot k_{pa}$	680
Voo Autônomo	$P_{A6} = (150 - \Delta x) \cdot k_r$	300
Velocidade	conforme colocação na atividade	1° lugar - 250 2° lugar - 200 3° lugar - 150 4° lugar - 100 5° a 8° lugar - 50

A.2 - Penalidades

A.2.1 Não conformidade da Aeronave

Descrição	Penalidade
Aeronave com dimensões diferentes das especificadas neste regulamento ou com itens obrigatórios diferentes dos listados na seção de "Requisitos Técnicos da Aeronave" deste regulamento	Desclassificação
Aeronaves com frames fabricados pela equipe que não apresentaram o relatório estrutural específico atestando o correto dimensionamento estrutural e testes da estrutura (ou frame). Relatório obrigatório para todos os frames não comerciais	Não será permitido voar
Janela de voo finalizada sem proteção de hélice (será descontado para cada rotor sem proteção funcional)	50 pontos

A.2.2 Itens Operacionais

Descrição	Penalidade
Permanência na área de voo após o término da janela	10 pontos por minuto
Desrespeito ao espaço aéreo delimitado	Passível de desclassificação
Protestos infundados	50 pontos
Infringir deliberadamente regras de segurança	Desclassificação
Atitude não desportiva e/ou infração de regras de forma deliberada (má conduta comprovada).	Desclassificação
Atitudes contra a segurança não previstas	Conforme o caso
Desrespeito/desobediência aos juízes e fiscais.	Mínimo 50 pontos até desclassificação
Esquecer/deixar material após término da janela de voo. O material será pesado, a punição será $0,5 * \text{massa do material (em gramas)}$	até 300 pontos
Acesso às áreas operacionais sem a presença da identificação (camiseta de equipe, pulseira ou crachá)	50 pontos por evento

A.2.4 Competição de voo

Descrição	Penalidade
Piloto ou membro de equipe ultrapassar a Zona de Segurança de Voo	20 pontos por evento
Ajuda externa à área de voo	10 pontos por evento
Tocar no obstáculo da Atividade A3	20 pontos por toque
Manter a telemetria ligada enquanto a equipe não estiver no campo de voo, quando a aeronave possuir sistema de telemetria. (Juízes e fiscais farão inspeções regulares nas bancadas para verificar este item)	Penalidade a ser definida pela Comissão durante a Competição de Voo. (Casos de reincidência podem incorrer até na perda de uma janela de voo até a desclassificação da equipe)
Iniciar o voo antes do comando da comissão organizadora	Desclassificação da equipe ou competidor