

# **13<sup>a</sup> COMPETIÇÃO SAE BRASIL AERODESIGN 2011**

## **CLASSES REGULAR, ABERTA E MICRO REGULAMENTO DA COMPETIÇÃO**

Elaborado pela Comissão Técnica da Competição

Revisão\_01  
(Seção 7.3 Revisada)

02 de Abril de 2011

119 páginas

## DICAS PARA LEITURA DESTE DOCUMENTO

Observar sempre a quais classes da competição, cada capítulo ou seção é aplicável.

### PARTE A

**Seção inicial (Capítulo do 1 ao 4):** É aplicável a todas as classes da competição. Nela são divulgadas:

- Informações de aspecto gerais da competição
- Objetivos da competição
- Regras gerais comportamentais

### PARTE B

**Introdução:** Aspectos gerais do SAE AeroDesign no Brasil.

**Capítulo 6:** Requisitos iniciais. Válidos para a Classe **Regular, Aberta e Micro**.

**Capítulo 7:** Requisitos de Projeto válidos SOMENTE para a Classe **Regular**.

**Capítulo 8:** Requisitos de Projeto válidos SOMENTE para a Classe **Aberta**.

**Capítulo 9:** Requisitos de Projeto válidos SOMENTE para a Classe **Micro**.

**Capítulo 10:** Requisitos de Missão. Válidos para as Classes **Regular, Aberta e Micro**.

**Capítulo 11:** Regras Gerais para Relatórios e Apresentação (Competição de Projeto). Válidas para as Classes **Regular, Aberta e Micro**.

**Apêndices:** Apêndices: Classes **Regular, Aberta e Micro**, conforme o caso.

# ÍNDICE

<b>PARTE A</b>	<b>8</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>9</b>
<b>2. Objetivos da competição</b>	<b>9</b>
<b>3. Contatos com a SAE Brasil e Comissão Técnica</b>	<b>10</b>
<b>4. Regras Gerais</b>	<b>10</b>
4.1 Anos anteriores	10
4.2 Alterações nas regras	10
4.3 Segurança e saúde	11
4.4 Dúvidas	11
4.5 Conduta	11
4.6 Medidas e Precisoões	12
4.6.1 Juizes, Fiscais e Comissão Técnica	12
4.6.2 Instrumentos de medida	12
4.6.3 Precisão dos cálculos	12
4.7 Comunicação e troca de experiências	13
4.8 Documentos importantes	14
4.9 Limitações logísticas e recursos oferecidos	15
<b>PARTE B</b>	<b>16</b>
<b>5. Introdução</b>	<b>17</b>
<b>6. Requisitos Comuns – Todas as Classes</b>	<b>19</b>
6.1 Escopo	19
6.2 Objetivo de Projeto	19
6.3 Organização da Competição	19
6.4 Ajuda externa	20
6.5 Requisitos do piloto	20
6.6 Inscrição e Taxa de Inscrição	20
6.6.1 Número máximo para o total de equipes na competição	21
6.6.2 Número máximo de integrantes por equipe	21
6.6.3 Inscrições de vários aviões da mesma instituição de ensino	21
6.7 Envio de documentos em formato eletrônico	22
6.8 Configuração do avião	23
6.8.1 Tipo do Avião e Restrições (Classes Regular, Aberta e Micro)	23
6.8.2 Reutilização do avião	23
6.9 Modificações e não conformidades com o projeto	24
6.10 Identificação do avião	24
6.11 Rádio Controle	25
6.11.1 Rádio PCM (Pulse Code Modulation)	25
6.11.2 Rádio 2.4 GHz	26
6.12 Instalação do voltwach	26
6.13 Fixações de componentes críticos	27
6.14 Hélices	27
6.15 Uso de material explosivo	28
6.16 Superfícies de Comando	28
6.17 Dimensionamento e escolha dos servos-atuadores	28
6.18 Requisitos de Cablagem (Sistemas Eletrônicos)	28
6.19 Reclamações, Protestos e Sugestões	28
6.19.1 Reclamações e Protestos	28
6.19.2 Sugestões	29

<b>7.</b>	<b>Requisitos – Classe Regular</b>	<b>30</b>
7.1	Elegibilidade - Membros das equipes	30
7.2	Restrições Geométricas	30
7.2.1	<i>Requisitos Básicos</i>	30
7.2.2	<i>Qualidade Construtiva (ou Precisão Dimensional)</i>	31
7.3	Motor	33
7.3.1	<i>Reparos no motor</i>	33
7.3.2	<i>Modificações no motor</i>	33
7.3.3	<i>Fixação do motor na aeronave</i>	33
7.3.4	<i>Inspeção do motor</i>	33
7.3.5	<i>Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice</i>	33
7.4	Combustível e Tanque de Combustível	34
7.5	Centro de Gravidade	34
7.5.1	<i>Indicação na aeronave</i>	35
7.5.2	<i>Ponto de içamento / macaqueamento</i>	35
7.6	Carga e Compartimento de Carga	36
7.6.1	<i>Compartimento de carga (restrições geométricas)</i>	36
7.6.1.1	<i>Volume mínimo do compartimento</i>	36
7.6.1.2	<i>Largura máxima do compartimento</i>	37
7.6.2	<i>Volume teórico do compartimento de carga</i>	38
7.6.3	<i>Volume real do compartimento de carga</i>	38
7.6.4	<i>Precisão volumétrica do compartimento de carga</i>	38
7.6.5	<i>Volume final adotado</i>	39
7.6.6	<i>Carga Útil</i>	39
7.7	Eletrônica	40
7.7.1	<i>Pack de bateria</i>	40
7.7.2	<i>Sistemas de controle de voo</i>	40
7.8	Vídeo de Voo (bônus) e Voos de Qualificação	41
7.9	Peso máximo elegível	41
7.10	Distância de Decolagem	41
7.11	Pontuação – Classe Regular	42
7.11.1	<i>Carga útil máxima carregada [por bateria de voo]</i>	42
7.11.2	<i>Fator de Eficiência Estrutural [por bateria de voo]</i>	42
7.11.3	<i>Previsão de Peso Vazio [por bateria de voo]</i>	43
7.11.4	<i>“Acuracidade” [por bateria de voo]</i>	44
7.11.5	<i>Distância de pouso até a parada [por bateria de voo]</i>	45
7.11.6	<i>Tempo de Retirada de Carga [por bateria de voo]</i>	46
<b>8.</b>	<b>Requisitos – Classe Aberta</b>	<b>47</b>
8.1	Elegibilidade - Membros das equipes	47
8.2	Motor	47
8.2.1	<i>Limitação de cilindrada</i>	47
8.2.2	<i>Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice</i>	48
8.3	Carga útil	48
8.4	Centro de Gravidade	48
8.5	Combustível e Tanque de Combustível	49
8.6	Eletrônica	50
8.6.1	<i>Redundância elétrica</i>	50
8.6.2	<i>Packs de bateria</i>	50
8.6.3	<i>Sistemas de controle de voo</i>	51
8.7	Requisito especial para multi-motores	51
8.8	Vídeo do Voo	51
8.9	Voos de Qualificação	52
8.10	Acompanhamento e Validação de Projetos	52
8.11	Peso máximo elegível	52
8.12	Distância de Decolagem	53
8.13	Pontuação – Classe Aberta	53
8.13.1	<i>Razão de Carga Paga [por bateria de voo]</i>	53

8.13.2	Previsão de Peso Vazio [por bateria de voo]	54
8.13.3	“Acuracidade” [por bateria de voo]	54
8.13.4	Distância de pouso até a parada [por bateria de voo]	55
8.13.5	Bonificação por medição do tempo de voo [por bateria de vôo]	56
<b>9.</b>	<b>Requisitos – Classe Micro</b>	<b>58</b>
9.1	Elegibilidade - Membros das equipes	58
9.2	Motor	58
9.2.1	Tipo de motor	58
9.2.2	Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice	58
9.3	Compartimento de Carga	58
9.3.1	Compartimento da carga na aeronave	58
9.3.2	Carga e Suporte de Carga	60
9.4	Requisitos de transporte e montagem	61
9.4.1	Especificações da caixa de transporte da aeronave	61
9.4.2	Requisitos específicos do sistema de propulsão	62
9.5	Eletrônica	62
9.5.1	Pack de bateria	62
9.5.2	Sistemas de controle de voo	63
9.6	Vídeo de Voo (bônus) e Voos de Qualificação	63
9.7	Decolagem	64
9.7.1	Decolagem na pista	64
9.7.2	Lançamento à mão livre	64
9.8	Pontuação – Classe Micro	65
9.8.1	Razão de Carga Paga [por bateria de voo]	65
9.8.2	Fator de Dimensão do Compartimento de Carga	66
9.8.3	“Acuracidade” [por bateria de voo]	67
9.8.4	Bonificação por volume da caixa de transporte [bonificação única]	67
<b>10.</b>	<b>Requisitos de Missão – Todas as Classes</b>	<b>68</b>
10.1	Competição de Voo	68
10.1.1	Bancadas das equipes	69
10.1.2	Chamada para inspeção	69
10.1.3	Inspeções de Segurança	70
10.1.4	Abastecimento	72
10.1.4.1	Entrega de combustível especial durante a competição	72
10.1.5	Fila de espera para voo	72
10.1.6	Voo	73
10.1.6.1	Decolagem válida	73
10.1.6.2	Trecho no ar – circuito padrão	75
10.1.6.3	Pouso válido	75
10.1.6.4	Condição do avião após o pouso	76
10.1.6.5	Voo Padrão (voo totalmente válido)	77
10.1.7	Desabastecimento	77
10.1.8	Retirada da carga útil	77
10.1.9	Processo de Pesagem	77
10.1.10	Verificação Dimensional e Compartimento de Carga	78
10.2	Estrutura da competição e baterias de voo	78
10.2.1	Baterias de Classificação	78
10.2.2	Baterias de Competição	79
10.2.3	Bateria Final (primeiros colocados)	79
10.3	Alterações e Reparos	79
10.4	Testes em local específico	80
10.4.1	Amaciamento e giro dos motores	80
10.5	Pontuação	81
10.5.1	Competição de Projeto	81
10.5.2	Competição de Voo	81
10.5.3	Penalidades	81
10.6	Conduta Geral e Segurança	82

<b>11.</b>	<b>Relatório e Apresentação – Todas as Classes</b>	<b>84</b>
11.1	Competição de Projeto	84
11.2	Relatório Técnico de Projeto	85
11.2.1	<i>Envio do Relatório</i>	85
11.2.1.1	Recomendação Importante	87
11.2.1.2	Equipes Internacionais – Observação Importante	87
11.2.2	<i>Formato do relatório e limitações</i>	87
11.2.3	<i>Anexos e Apêndices</i>	89
11.3	Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados - Template	89
11.4	Plantas	91
11.4.1	<i>Plantas de Três Vistas da aeronave</i>	92
11.4.2	<i>Plantas livres</i>	92
11.4.3	<i>Planta da aeronave desmontada na caixa [somente classe Micro]</i>	92
11.5	Gráfico de Estimativa da Carga Útil - “Acuracidade”	92
11.6	Desconto por atrasos	93
11.7	Erratas	93
11.8	Apresentação Oral	94
11.9	Feedback sobre o projeto por parte dos juízes	95
<b>APÊNDICE 1</b>	<b>Exemplo de Suporte de Carga e Carga</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE 2</b>	<b>Compartimento de Carga (Informações Adicionais)</b>	<b>97</b>
A.2.1	Definições Preliminares:	97
<b>APÊNDICE 3</b>	<b>Exemplos de cálculo do somatório (Classe Regular) Aeronaves Exemplos</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE 4</b>	<b>Exemplos de Gráfico de Carga Útil Estimada</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE 5</b>	<b>Planta de Três Vistas</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE 6</b>	<b>Planta da aeronave desmontada na caixa</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE 7</b>	<b>Termo de Responsabilidade Sobre Troca De Piloto</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE 8</b>	<b>Declaração que o Avião Já Voou</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE 9</b>	<b>Requisitos Mínimos de Projeto e Testes Classe Aberta</b>	<b>105</b>
A.9.1	Relatório de Acompanhamento	105
A.9.2	Requisitos Mínimos de Projeto e Testes (RMPT)	106
A.9.2.1	<i>Requisitos Mínimos para Cargas e Estruturas</i>	106
A.9.2.1.1	Cálculo do Envelope de Voo (V-n)	106
A.9.2.1.2	Determinação de Cargas nas Asas	106
A.9.2.1.3	Projeto estrutural da asa (longarina)	106
A.9.2.1.4	Ensaio de carregamento máximo na asa (foto)	106
A.9.2.1.5	Determinação da Carga Crítica para a ligação boom fuselagem	106
A.9.2.1.6	Ensaio de carregamento máximo para ligação boom fuselagem (foto)	107
A.9.2.1.7	Verificação da estrutura das superfícies no caso de pane elétrica	107
A.9.2.1.8	Dimensionamento do torque dos servos	107
A.9.2.1.9	Teste de robustez do sistema contra falha elétrica	107
A.9.2.1.10	Bibliografia recomendada para o item A.9.2.1	107
A.9.2.2	<i>Requisitos Mínimos para Estabilidade e Controle</i>	108
A.9.2.2.1	“Passeio” ou posição do centro de gravidade.	108
A.9.2.2.2	Determinação das margens estáticas “manche fixo” e “manche livre” (falha de servo).	108
A.9.2.2.3	Capacidade de voo com pane elétrica	109
A.9.2.2.4	Capacidade de voo monomotor.	109
A.9.2.2.5	Vídeo do voo – Circuito completo.	110
A.9.2.3	<i>Requisitos Mínimos de Projeto (Plantas)</i>	110
A.9.2.3.1	Representação da longarina e todos os seus elementos construtivos.	110
A.9.2.3.2	Seção da longarina na raiz da asa e outros pontos críticos.	110
A.9.2.3.3	Desenho da estrutura completa da asa: longarina, nervuras, posição dos servos e desenho da estrutura das superfícies de comando.	110
A.9.2.3.4	Desenho da ligação asa-fuselagem e “tail-boom” fuselagem.	110
A.9.2.3.5	Detalhamento do compartimento de carga e fixação do suporte de carga na fuselagem.	110
A.9.2.3.6	Demonstração da deflexão completa dos comandos de voo.	110
A.9.2.3.7	No caso da existência de flaps, demonstrar claramente a ligação destes na asa e a deflexão máxima destes elementos.	110
A.9.2.3.8	Fixação dos motores e estrutura adjacente.	110

A.9.2.3.9	Posição dos sistemas eletrônicos (facilitar a inspeção).	110
<b>A.9.2.4</b>	<b>Requisitos Mínimos para Projeto Eletro-eletônico</b>	<b>111</b>
A.9.2.4.1	Diagrama elétrico de ligação entre servos, bateria e receptor	111
A.9.2.4.2	Bateria, receptor e antena.	111
A.9.2.4.3	Voltwatch's.	111
A.9.2.4.4	Extensões, junções entre servos e/ou bateria-receptor, se aplicável.	111
A.9.2.4.5	Demanda elétrica máxima	111
<b>A.9.2.5</b>	<b>Detalhamento da Aeronave (e/ou do Processo Construtivo)</b>	<b>111</b>
A.9.2.5.1	Estruturas primárias	111
A.9.2.5.2	Comandos de voo	112
A.9.2.5.3	Junções	112
A.9.2.5.4	Motor	112
A.9.2.5.5	Compartimento de carga e carga útil	112
<b>A.9.3</b>	<b>Sobre o Relatório de Acompanhamento</b>	<b>112</b>
A.9.3.1	Formatação e envio	112
<b>APÊNDICE 10</b>	<b>Penalidades</b>	<b>114</b>
A.10.1	Apresentação Oral	114
A.10.2	Não conformidade da Aeronave	114
A.10.3	Itens Operacionais	115
A.10.4	Relatório e outros documentos – Envio	116
A.10.5	Relatório - Formatação	116
A.10.6	Gráfico de Previsão de Carga Útil – Formatação	116
A.10.7	Plantas - Formatação	117
<b>APÊNDICE 11</b>	<b>Modelo de estrutura do relatório</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE 12</b>	<b>Datas e Documentos Importantes</b>	<b>119</b>

# PARTE A



## 1. Introdução

A competição SAE AeroDesign ocorre nos Estados Unidos desde 1986, tendo sido concebida e realizada pela SAE International, sociedade que deu origem à SAE BRASIL em 1991 e da qual esta última é afiliada. A partir de 1999 esta competição passou a constar também do calendário de eventos estudantis da SAE BRASIL.

Ao longo de todos esses anos de existência (1999 a 2010) o AeroDesign no Brasil tornou-se visivelmente um evento crescente em quantidade e qualidade dos projetos participantes. Esta evolução foi uma resposta direta às exigências técnicas por parte das Regras da Competição. A evolução, presente nas aeronaves atuais frente a suas precursoras é considerável, não somente sob o ponto de vista construtivo, mas também nos métodos de projeto utilizados, estes últimos desenvolvidos com o uso de ferramentas sofisticadas criadas pelas próprias equipes. Certamente esta evolução se reflete também em cada um dos participantes através de maior aprendizado e formação profissional mais sólida.

Em todas as edições precedentes do SAE AeroDesign, a Comissão Técnica sempre teve como um dos seus principais objetivos, uma ativa contribuição à formação profissional de todos os participantes. Não apenas um incentivo à formação na área técnica, mas também nos aspectos organizacionais, através do fundamental e importantíssimo “trabalho em equipe”, item tão importante no mundo da engenharia atual.

Esperamos que esta edição da competição seja mais um marco evolutivo das equipes. Que a imagem da competência, conhecimento, solidariedade, amizade e elevado nível técnico presente em toda a história do AeroDesign esteja também presente nesta nova competição que há de vir. A Comissão Técnica sente-se honrada e feliz em elaborar desafios cada vez maiores para as equipes, pois um fato sempre permanece em nossas mentes: estes serão cada vez mais bem respondidos.

Para esta edição do SAE AeroDesign, os documentos a serem liberados ao longo da preparação para a competição estão descritos na Seção 4.8.

## 2. Objetivos da competição

- Promover uma oportunidade única de aprendizado na área aeronáutica através de um projeto multidisciplinar desafiador;
- Despertar interesse na área aeronáutica;
- Promover o intercâmbio técnico e de conhecimento entre as equipes;
- Desenvolver o espírito de trabalho em equipe;
- Desenvolver capacidade de liderança e planejamento;
- Desenvolver a capacidade de se vender idéias e projetos;
- Incentivar o comportamento ético e profissional.

### **3. Contatos com a SAE Brasil e Comissão Técnica**

A inscrição deverá ser feita através do formulário no site da SAE BRASIL:

**WWW.SAEBRASIL.ORG.BR**

Informações sobre elegibilidade para inscrição são detalhadas nos itens 7.1, 8.1 e 9.1.

O e-mail de contato com a SAE e Comissão Técnica do AeroDesign é:

**LAIS.SOUZA@SAEBRASIL.ORG.BR**

Relatórios e CD's adicionais (Seção 6.7, 7.8, 8.8 e 9.6) devem ser enviados para:

**ANDRÉ VAN DE SCHEPOP**

**EMBRAER – VED/DAP/GH8 PC 337/1**

**AV. BRIGADEIRO FARIA LIMA, 2170**

**CEP 12227-901**

**SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP, BRASIL**

### **4. Regras Gerais**

#### **4.1 Anos anteriores**

A Competição do ano de 2011 é totalmente independente das competições dos anos anteriores. Decisões tomadas pela Comissão Técnica em anos anteriores e regras válidas para anos anteriores não são aplicáveis a 2011, a não ser que explicitadas nos documentos listados na Seção 4.8. As equipes serão informadas oportunamente sobre todas as decisões, procedimentos e ou mudanças na regra que por ventura ocorram ao longo do ano de 2011.

#### **4.2 Alterações nas regras**

Sem intenção de prejudicar nenhuma equipe, mas sim de permitir melhor prosseguimento da competição, qualquer aspecto do Regulamento poderá ser alterado pela Comissão Técnica antes ou durante a competição, se considerado extremamente necessário pela mesma Comissão. Estas alterações serão comunicadas em momento oportuno e, quando possível, os capitães das equipes serão consultados. É intenção da Comissão Técnica que qualquer modificação feita após a liberação do Regulamento não venha a afetar os projetos já em desenvolvimento. Uma modificação que por ventura interfira na filosofia de projeto adotada pela equipe será feita somente em caso de extrema necessidade ou visando melhorias efetivas na segurança das aeronaves.

### 4.3 Segurança e saúde

A SAE BRASIL não irá se responsabilizar pelas pessoas participantes do evento. A todos os inscritos será requisitado que assinem um termo de responsabilidade na recepção. Seguro médico e contra acidentes é de inteira responsabilidade dos participantes.

### 4.4 Dúvidas

Qualquer dúvida referente à competição e/ou envio de arquivos requeridos no Regulamento, deverão ser encaminhados a SAE BRASIL. Os contatos deverão ser efetuados com **Laís Souza**, integrante da equipe do Escritório Central da SAE BRASIL, em São Paulo, por meio do e-mail (especificado na Seção 3, acima) que encaminhará à Comissão Técnica quando necessário:

As dúvidas mais freqüentes são:

- Dúvidas técnicas, reutilização do avião, alterações de projeto, ou referentes à entrega de relatórios.
- Dúvidas referentes à inscrição e organização do evento: SAE BRASIL.

Sugere-se que os e-mails sejam enviados tendo o seu campo **Subject (assunto)** preenchido da seguinte forma:

- Equipe XX – Dúvida Técnica – [Assunto da dúvida]
- Equipe XX – Reutilização do Avião
- Equipe XX – Alteração de Projeto
- Equipe XX – Relatório de Análise Classe Aberta
- Equipe XX – Dúvida – [Assunto da dúvida]

Tal sugestão auxilia em muito a Comissão Técnica na organização das informações pertinentes à Competição SAE AeroDesign. As dúvidas serão respondidas o mais breve possível.

Os e-mails respondidos não serão considerados documentos para comprovação de determinados itens uma vez que estes são respondidos somente para auxílio às equipes no que diz respeito à interpretação das regras.

### 4.5 Conduta

É muito importante ressaltar que a competição AeroDesign é organizada e realizada por voluntários, engenheiros, atuantes na área aeronáutica, que sabem o valor educacional que este tipo de iniciativa proporciona. Qualquer atitude de alguma equipe, professor ou escola, que seja entendida pela Comissão Técnica como sendo contrária a esta filosofia será “cortada pela raiz”, independente de ter sido prevista no Regulamento, ou de ter havido precedentes. O intuito educacional está acima do Regulamento, e não há como prever todas as possibilidades de desrespeitá-lo.

É sempre bom ressaltar que para uma Competição SAE AeroDesign ser bem sucedida e possa cumprir todos os seus objetivos, a participação e colaboração de todos é de fundamental importância.

## **4.6 Medidas e Precisões**

### **4.6.1 Juízes, Fiscais e Comissão Técnica**

Em qualquer parte da competição, os juízes e fiscais são os principais instrumentos de medida utilizados para qualquer decisão a ser tomada. O critério deles e os olhos deles são as medidas oficiais, e nenhuma decisão tomada por eles será revogada, mesmo que se comprove erro de julgamento com filmagens, etc. Não há a possibilidade da SAE Brasil ou da Comissão Técnica disporem de recursos tecnológicos de alta precisão (por exemplo, para determinação com precisão “milimétrica” se o avião ultrapassou o limite de decolagem), ou mesmo de evitar que a experiência, vivência e expectativa dos juízes influencie os seus critérios de avaliação de relatórios. Os juízes e fiscais são treinados e orientados ao longo do ano pela Comissão Técnica visando minimizar eventuais imprecisões ou subjetividades.

### **4.6.2 Instrumentos de medida**

Na competição SAE AeroDesign, alguns instrumentos de medida, como trenas, balanças, estação meteorológica, e outros, são usados para fazer cumprir o regulamento e avaliar os itens que levam à pontuação da equipe. Os valores medidos pelos instrumentos da competição não poderão ser questionados com instrumentos das equipes. Como exemplo, se para certa medida, a competição usa uma trena com precisão de 1mm, não serão aceitas medidas de um instrumento mais preciso, como de um paquímetro. Todo instrumento de medida contém imprecisões, e por isso, os mesmos instrumentos são usados para todas as equipes. Suas medidas são consideradas verdadeiras, independentemente da precisão do instrumento e do seu erro.

Na ficha de bateria, que contém todas as informações que levam a pontuação da equipe num certo voo, há um campo para assinatura do membro da equipe, que deverá conferir os dados e assinar. Se houver discordância de alguma medida, o valor poderá ser medido novamente na hora. Pedidos de medições posteriores não serão aceitos, a não ser por determinação da Comissão Técnica do evento. Em momento oportuno, será emitido o documento “Procedimentos Operacionais – SAE Brasil AeroDesign 2011” no qual é mostrado uma figura desta ficha. Recomenda-se que todas as equipes estejam cientes do correto preenchimento da mesma.

### **4.6.3 Precisão dos cálculos**

A partir das medidas realizadas, com as precisões dos instrumentos conforme Seção 4.6.2, todos os cálculos serão realizados utilizando-se do número de algarismos significativos presentes no software Microsoft Excel®.

Apenas o resultado final será arredondado para a segunda casa decimal. Considerando esta precisão, para as equipes que estejam empatadas e disputando o

título ou a classificação para a competição internacional, o desempate será feito utilizando-se o maior valor dos seguintes coeficientes:

Classe da competição	Coeficiente para desempate	Seção
Regular	<i>EE</i>	7.11.2
Aberta	<i>RCP</i>	8.13.1
Micro	<i>RCP</i>	9.8.1

No caso do empate permanecer a Comissão Técnica irá decidir sobre qual o próximo item que será utilizado para desempate. Não caberão recursos quanto a esta decisão.

#### **4.7 Comunicação e troca de experiências**

A Comissão Técnica incentiva a comunicação entre as equipes através de:

- Participação na comunidade do AeroDesign no Orkut® e fóruns similares.
- Troca de experiências sobre a competição internacional
- Recomendações de literatura
- Consultas a bibliotecas de outras escolas
- Empréstimos de equipamentos e locais de teste
- Sites da Internet: existem alguns sites muito bons sobre o tema.
- Exposição de fotos.
- Discussão sobre resultados de testes com motores e hélices.
- Compra de material importado em conjunto.
- Trocas de materiais descritivos de equipamentos.
- Conversas e discussões entre as equipes durante o projeto ou na competição.
- Entre outros.

Porém, o fornecimento de relatórios e plantas de uma equipe para outra (inclusive da mesma Escola) não é recomendado, pois a descoberta de análises necessárias, soluções para problemas relevantes, e conclusões a respeito de relações importantes entre os aspectos de um projeto, são a chave de um bom projeto e do aprendizado.

## 4.8 Documentos importantes

Documentos emitidos pela SAE BRASIL referentes à competição:

- **Regulamento SAE Brasil AeroDesign 2011:** Documento no qual são enumerados todos os requisitos que direcionam o projeto das aeronaves nas três categorias: Classe Regular, Classe Aberta e Classe Micro. Todos os itens deste documento são obrigatórios.
- **Procedimentos Operacionais – SAE Brasil AeroDesign 2011:** Trata sobre todos os aspectos efetivamente operacionais da Competição SAE AeroDesign 2011 e que não afetam diretamente o projeto da aeronave. Neste documento serão explicadas com detalhes, todas as operações de verificação, voo, e avaliação pós-voo das aeronaves participantes. É um documento que visa em primeira instância, maximizar o número de baterias de voo, através da divulgação prévia dos processos (ou procedimentos) da Competição. Sendo do conhecimento de todos, o desenvolvimento da competição é em muito facilitado.
- **Manual de Boas Práticas de Segurança – SAE Brasil AeroDesign 2011:** Documento contendo sugestões e recomendações para aumentar a segurança da competição. É de extrema importância que as equipes iniciantes e membros iniciantes, mesmo de equipes experientes, leiam este documento para se familiarizar com as lições aprendidas em todas as edições de AeroDesign anteriores. Uma cópia do check-list de segurança será anexada a este documento bem como uma explicação adicional sobre os principais itens deste check-list com o intuito de facilitar e melhorar o processo de Inspeção de Segurança durante a Competição, garantindo assim um melhor andamento das baterias de voo, além de aeronaves mais seguras.
- **Ficha de Inscrição:** Formulário oficial para a inscrição na competição. Tem caráter obrigatório.
- **Mensagens e informativos:** Informações gerais a respeito da competição, organização, eventos paralelos, inscrição, entre outros. Podem ter caráter obrigatório ou informativo. Os informativos e mensagens são colocados no site da SAE BRASIL, e são numerados progressivamente à medida que vão sendo lançados. No caso de informações conflitantes, vale a mais recente.

No caso de um eventual conflito entre os documentos acima, a Comissão Técnica deve ser avisada e consultada. Interpretar deliberadamente a informação que mais convier configura uma atitude totalmente desaconselhada e pode comprometer o bom andamento da competição.

**Atenção:** Recomenda-se a todas as equipes que, mesmo antes da liberação dos documentos acima descritos referentes à competição do ano corrente (neste caso o ano de 2011), buscar no site da Competição AeroDesign, os documentos equivalentes no link do ano anterior (Ex: SAE AeroDesign 2010). Este procedimento ajuda a equipe a se preparar para os informativos mais prováveis de serem emitidos.

## 4.9 Limitações logísticas e recursos oferecidos

As equipes poderão ser constituídas por vários estudantes, porém por motivos de natureza financeira ou logística, a SAE BRASIL poderá restringir a participação de todos os estudantes em alguns eventos caso seja necessário, bem como restringir o número de tickets de alimentação, camisetas e bonés. Em todos estes casos os estudantes serão devidamente informados com a máxima antecedência possível. Todos os integrantes da equipe receberão Certificado de Participação.

Todos os recursos e infra-estrutura que a SAE BRASIL oferece durante a competição como energia elétrica, mesas de trabalho, estacionamento, alimentação, kits (materiais como Regulamento, camisetas, “bonés”, envelopes, kits de patrocinadores, entre outros), projetor multimídia, sistema de som e auto-falantes são fornecidos para proporcionar mais conforto durante a competição, porém são fornecidos sem qualquer compromisso, não configurando direito de recebê-los, mesmo se algumas equipes tenham usufruído destes recursos e outras não, portanto, não serão aceitas reclamações devido a algum recurso estar quebrado, em mau funcionamento, acabar, ou qualquer problema de outra natureza.

Os únicos recursos que a SAE BRASIL se responsabiliza para prover, e que a falta ou problema não acarretará em ônus para a equipe são:

- **Combustível para a Classe Regular** da competição (IMPORTANTE: o combustível só é fornecido para as baterias oficiais da competição. Não será fornecido combustível para amaciamento de motores ou para voos que não sejam das baterias oficiais da competição). Para a Classe Aberta, a responsabilidade do combustível especial (conforme Seção 8.5) é da equipe. A Comissão Técnica somente fornecerá combustível com 10% de Nitrometano.
- **Computador & Data-show / Retro-projetor** para as apresentações orais. Recomenda-se trazer alguma forma de backup da apresentação (CD's adicionais, *pen-drives* e até transparências, por exemplo) para o caso de ocorrer alguma falha de hardware ou software, instantes antes da apresentação. Para informações mais detalhadas, ver o documento: “Procedimentos Operacionais SAE AeroDesign 2011”. Neste documento encontram-se informações complementares sobre os recursos computacionais que serão oferecidos para as apresentações Orais.

# PARTE B



## 5. Introdução

O Projeto AeroDesign, consiste de uma competição de engenharia, aberta a estudantes universitários de graduação e pós-graduação em Engenharias ligadas à mobilidade. É organizado pela SAE BRASIL (Sociedade dos Engenheiros da Mobilidade) cumprindo uma de suas missões, a de contribuir para a formação acadêmica dos futuros profissionais da mobilidade.

A competição oferece uma oportunidade única aos estudantes, organizados em equipes, de desenvolverem um projeto aeronáutico em todas suas etapas, desde a concepção, detalhamento do projeto, construção e testes, até colocá-lo efetivamente à prova diante de outros projetos congêneres. Os estudantes são estimulados a desenvolverem aptidões importantes em suas futuras carreiras: liderança, espírito de equipe, planejamento e capacidade de vender projetos e idéias.

A Competição SAE BRASIL AeroDesign tem o apoio institucional do Ministério da Educação, por alinhar-se e vir ao encontro de objetivos das políticas e diretrizes deste Ministério.

As equipes melhor classificadas nas três categorias serão premiadas. Uma mensagem contendo maiores detalhes a respeito da premiação será enviada a todas as equipes em momento oportuno.

Com o objetivo de competir na edição de 2011 da Competição SAE BRASIL AeroDesign, cada equipe concorrente deve projetar, documentar, construir e voar um avião rádio controlado, que seja o mais otimizado possível em todos os aspectos da missão, através de soluções de projeto criativas, inovadores e multidisciplinares, que satisfaçam os requisitos e restrições impostas neste Regulamento.

Uma série de aspectos deve ser observada a fim de garantir o sucesso do projeto:

- Projeto preliminar
- Cálculos
- Ensaios
- Detalhes de projeto
- Construção
- Preparação do relatório
- Apresentação oral
- Competição de voo

Além dos requisitos técnicos, a equipe deverá preocupar-se com vários outros aspectos para alcançar o sucesso do projeto:

- Procura de patrocínio (apoio financeiro)
- Planejamento
- Liderança eficaz
- Trabalho em equipe
- Logística
- Habilidade de comunicação
- Interpretação das regras
- Criatividade e inovação
- Ter espírito esportivo

Todos estes aspectos fazem parte do desafio, e a sua prática durante um curso de graduação complementa os aspectos técnicos que são aprendidos em sala de aula ou em livros. Os projetos são julgados por uma variedade de áreas.

A pontuação total engloba os seguintes itens:

- Relatório de Projeto (contendo plantas e previsão de carga útil)
- Apresentação Oral
- Peso Máximo Carregado
- “Acuracidade <sup>(1)</sup>” de Previsão do Peso Carregado (Precisão do Projeto)
- Concordância projeto-construção
- Bonificações e Penalidades

---

<sup>(1)</sup>: O termo ‘acuracidade’ foi criado para o AeroDesign em 1999 e é definido como medida de exatidão da previsão de carga a ser transportada pela aeronave, quando comparada com a carga real transportada durante a competição.

## 6. Requisitos Comuns – Todas as Classes

### 6.1 Escopo

A Competição SAE BRASIL AeroDesign é destinada a estudantes de graduação em engenharias relacionadas à “mobilidade” (Física, Mecânica, Mecatrônica, Robótica, Metalúrgica, Elétrica, Eletrônica, Eletro – Eletrônica, Automobilística, Produção, Automação Industrial, Aeronáutica, Naval, Materiais, e semelhantes), que deverão conceber, projetar, fabricar e testar um avião em escala rádio controlado. Estão previstas as três classes: REGULAR, ABERTA e MICRO. Particularidades da elegibilidade dos membros das equipes para cada classe podem ser vistas nos capítulos específicos das mesmas.

As equipes formadas para competir durante AeroDesign 2011, poderão conter no seu quadro de componentes estudantes de outros cursos de graduação (que não “engenharias da mobilidade”), mediante aceitação por e-mail, da Comissão Técnica, desde que a proporção de pelo menos 80% da equipe (ou 4/5), seja composta por estudantes de engenharia ligados à mobilidade.

Todos os membros da equipe devem ser associados à SAE BRASIL, e o cartão do associado ou outro documento que comprove a associação pode ser requisitado durante a competição. Para a associação, informações adicionais estão disponíveis no site da SAE Brasil (Seção 3)

### 6.2 Objetivo de Projeto

A equipe deverá projetar e construir um avião rádio controlado original, que seja o mais otimizado possível em todos os aspectos da missão, através de soluções de projeto criativas, inovadoras e multidisciplinares, que satisfaçam os requisitos e restrições impostas no Regulamento. Alguns dos desafios adicionais de projeto são descritos ao longo do Regulamento, e incentivados através de bonificações.

### 6.3 Organização da Competição

A Competição é dividida em duas partes:

- **Competição de Projeto** - as equipes apresentarão seus projetos e demonstrarão seus cálculos para determinar a carga útil máxima que o avião pode carregar bem como os diversos critérios utilizados para definição da aeronave. Nesse contexto, entende-se por “projeto” todo o raciocínio, devidamente justificado, utilizado para conceber a proposta de aeronave desenvolvida pela equipe para participar da competição.
- **Competição de Voo** - determina a carga máxima que cada avião pode carregar. A precisão do projeto (ou cálculos) é levada em conta no resultado, pela comparação entre a carga prevista e aquela realmente transportada em voo.

Embora a Competição para as classes Regular, Aberta e Micro sejam realizadas simultaneamente, a avaliação de cada uma das classes será feita separadamente.

## 6.4 Ajuda externa

Com o objetivo de assegurar a credibilidade da Competição SAE BRASIL AeroDesign e preservar os propósitos educacionais desta competição, o professor responsável de cada equipe deve proibir, durante todas as fases de projeto e construção, a ajuda e/ou participação de pessoa(s) com amplo conhecimento e experiência relacionados à competição (ex. um construtor profissional de modelos) e cuja contribuição poderia desequilibrar, de forma decisiva, a condição de igualdade entre as equipes competidoras. **Todas as decisões relativas ao projeto (processo criativo) devem ser tomadas PELOS MEMBROS DA EQUIPE.**

Um documento contendo algumas orientações aos professores orientadores será divulgado oportunamente.

## 6.5 Requisitos do piloto

Embora o projeto e construção da aeronave devam necessariamente ser de autoria dos estudantes que integram cada equipe, o piloto não precisa ser um membro da equipe e tampouco associado à SAE BRASIL. É condição necessária, entretanto, que o piloto seja experiente e certificado regularmente pela Confederação Brasileira de Aerodelismo (COBRA) (ou antiga ABA - Associação Brasileira de Aerodelismo), em outras palavras: deve possuir BRA (A carteirinha de membro da COBRA original deve ser apresentada conforme APÊNDICE 12)

A SAE BRASIL lembra que o BRA é renovado todo ano e deve ser providenciado com antecedência. Ver <http://www.cobra.org.br/>.

Para os casos em que a equipe não disponha de um piloto no momento da competição a Comissão Técnica poderá disponibilizar um suplente, nos termos do APÊNDICE 7. Neste caso, a equipe deverá comunicar à Comissão Técnica via e-mail respeitando o prazo descrito no APÊNDICE 12. Neste caso, o formulário deverá ser preenchido deixando o nome do Piloto Anterior em branco, e preenchendo o campo Piloto Suplente como "Piloto SAE BRASIL".

Uma eventual mudança de piloto antes da competição ou durante a competição deve ser comunicada através do formulário preenchido, e entregue para a Comissão Técnica.

Para equipes internacionais poderá ser aceita a carteira oficial do seu país de origem (ex.: AMA – Academy of Model Aeronautics ou FPAm – Federação Portuguesa de Aerodelismo), entretanto procedimentos adicionais para a participação dos pilotos estrangeiros poderão ser requeridos. As equipes serão oportunamente comunicadas sobre estes procedimentos.

## 6.6 Inscrição e Taxa de Inscrição

O formulário de inscrição encontra-se disponível no site da SAE BRASIL na Internet: (ver Seção 3 deste documento)

A taxa de inscrição deverá ser enviada à SAE BRASIL até a data limite, conforme o APÊNDICE 12, juntamente com o Formulário de Inscrição. A taxa de inscrição não será restituída sob qualquer hipótese, exceto no caso de inscrição indeferida por excesso de equipes (acima do limite operacional da competição). É responsabilidade da equipe certificar-se de que o pagamento da taxa tenha sido recebido a fim de garantir sua inscrição.

No caso de inscrição na Classe Aberta, a equipe deverá informar quais são os 3 (três) integrantes veteranos de AeroDesign, conforme Seção 8.1 e APÊNDICE 12.

### **6.6.1 Número máximo para o total de equipes na competição**

Serão 95 inscrições nas três categorias, este número é uma referência para que se possa planejar os espaços da competição, podendo estar sujeito a mudanças caso seja extremamente necessário.

Dentre as 95 inscrições (valor de referência), serão reservadas 10 inscrições para equipes estrangeiras, as demais vagas serão destinadas às equipes nacionais (não havendo preenchimento destas 10 vagas, as vagas remanescentes serão destinadas às equipes nacionais).

"As inscrições, realizadas pelo site, serão interrompidas na data especificada no APÊNDICE 12 ou ao se completarem 85 inscrições, o que ocorrer primeiro. Após isto, as inscrições serão realizadas pela SAE Brasil, de forma individual, através de solicitação das equipes que desejam se inscrever, pela ordem das solicitações, até atingir o número de inscrições acima."

As equipes formadas por estudantes de engenharias ligadas à mobilidade, conforme escopo da competição descrito na Seção 6.1, têm prioridade de inscrição em relação às equipes formadas por estudantes de outros cursos de graduação. As equipes formadas por estudantes dos demais cursos poderão dar início ao processo de inscrição que não estará completamente terminado até que se confirme a existência de vagas em aberto.

### **6.6.2 Número máximo de integrantes por equipe**

As equipes não poderão ter mais que 20 integrantes. Recomenda-se que cada equipe contenha no máximo 15 integrantes. O número de integrantes não considera o Piloto somente quando este não for membro da equipe. Caso o piloto esteja associado a SAE e tenha apresentado o comprovante de matrícula no 2º semestre de 2011 conforme APÊNDICE 12, para fazer parte da equipe e ter direito ao certificado de participação, este será contabilizado dentro deste limite.

### **6.6.3 Inscrições de vários aviões da mesma instituição de ensino**

Um máximo de 4 (quatro) equipes por instituição será permitido, conforme descrito abaixo:

Na Classe Regular é permitida a inscrição de somente duas equipes por instituição de ensino superior, desde que observadas às seguintes restrições:

- A cada avião inscrito deverá corresponder uma equipe distinta.
- Cada estudante poderá se inscrever em somente uma equipe.
- As equipes poderão eventualmente trabalhar juntas, porém suas filosofias de projeto deverão ser distintas.
- Cada avião inscrito deverá ser visivelmente distinto em suas dimensões e formas geométricas.
- Os aviões inscritos deverão demonstrar claras diferenças de projeto entre si. Entende-se que projetos diferentes seguem linhas de raciocínio distintas na definição de cada avião. A mesma recomendação deve ser observada para os relatórios, ou seja, Relatórios desenvolvidos seguindo a mesma linha de raciocínio para aeronaves diferentes, serão penalizados durante o seu processo de avaliação.
- Na hipótese dos organizadores e juízes caracterizarem que dois projetos não são significativamente diferentes, as equipes envolvidas serão avisadas para que as próprias equipes escolham qual das duas (apenas uma) continuará na competição. Este comunicado poderá ocorrer a qualquer momento, antes ou mesmo durante a Competição, assim que a Comissão Técnica note o ocorrido.

Na Categoria Micro, será permitido apenas uma (01) equipe por instituição.

Na Categoria Aberta, será permitido apenas uma (01) equipe por instituição.

## 6.7 Envio de documentos em formato eletrônico

Alguns documentos em especial, podem ser enviados por e-mail, CD, DVD ou qualquer outro meio eletrônico para a Comissão Técnica. Tais documentos devem respeitar as seguintes regras:

- Formato obrigatório, para documentos texto, plantas, desenhos, e etc.: PDF
- Formato aceito para figuras: JPG
- Formato aceito para vídeos: WMV
- Formato aceito para template (Seção 11.3) de previsão de carga: Microsoft Excel<sup>®</sup> (.XLS) 2002 ou anteriores.
- Nenhum documento enviado via e-mail poderá ultrapassar o tamanho máximo de 5 Mb. E-mails maiores são bloqueados.

Em casos específicos, e somente quando o **Regulamento exigir**, ou for solicitado durante o ano de 2011, outro formato poderá ser usado.

## 6.8 Configuração do avião

### 6.8.1 Tipo do Avião e Restrições (Classes Regular, Aberta e Micro)

Somente aeronaves de asas fixas têm permissão de competir. É vetada a participação de quaisquer aeronaves que:

- Façam uso de gases menos densos que o ar para proporcionar qualquer tipo contribuição para a sustentação (por exemplo, dirigíveis e balões)
- Produzam sustentação por asas rotativas (por exemplo, helicópteros, autogiros e girocópteros), asas articuladas (ornitópteros) ou que possuam asas sem elementos rígidos (ex. *paragliders*, pára-quedas, ou similares).
- Utilizem dispositivos auxiliares na decolagem que não pertençam ao avião e que não estarão conectados fisicamente ao avião quando ele pousar.
- Tenham outro tipo de propulsor, adicional ou auxiliar em voo ou no solo. A única forma de propulsão do avião deve ser através do motor.
- Tenham pontas ou bordas afiadas e arestas cortantes que possam causar acidentes no local da competição.

### 6.8.2 Reutilização do avião

Quando um avião já tiver participado de uma competição SAE AeroDesign no Brasil (por qualquer equipe, seja da mesma escola ou não), a utilização da mesma aeronave, sua estrutura ou do mesmo projeto são proibidos, a não ser que modificações substanciais tenham sido feitas e possam ser claramente demonstradas.

Estas mudanças devem ser pré-aprovadas pela Comissão Técnica e devem ser também devidamente documentadas. A data máxima para envio da documentação relativa à reutilização do avião pode ser vista no APÊNDICE 12. A aprovação será respondida no máximo em duas semanas. Esta documentação, de aprovação deve ser anexada ao Relatório de Projeto, conforme APÊNDICE 11.

A documentação (inclusive desenhos e plantas) deverá ser enviada via e-mail, conforme Seção 6.7.

Exemplo de projetos que REQUEREM APROVAÇÃO (repetição de componentes de grande significância, como asa, fuselagem, empenagem, etc...):

- Componentes de grande significância sejam reutilizados
- Componentes de grande significância com a mesma geometria, mesmo no caso estruturas diferentes em material, etc. (ex: asa com mesma geometria em planta)
- Componentes de grande significância com o mesmo conceito estrutural, mesmo que com geometria um pouco diferentes (ex: fuselagem construída exatamente igual, com as mesmas posições de treliças, mesmo material, mesmo processo construtivo, mudando apenas sua geometria externa).

Exemplo de projetos que NÃO REQUEREM APROVAÇÃO (repetição de componentes de pequena significância, como rodinhas, mecanismos, carga, ou itens similares):

- A aeronave é totalmente diferente, mas usa rodinhas já usadas em competições anteriores.
- A aeronave é totalmente diferente, mas repetiu o mecanismo de retirada de carga.

O Relatório de Projeto deve claramente mostrar que se trata de um projeto novo. O Relatório de Projeto, plantas e apresentação oral, devem ser diferentes dos anos anteriores. Textos (ou parágrafos) muito semelhantes entre os Relatórios do ano corrente e dos anos anteriores ou de outras equipes não serão aceitos e constituirão base para pesada penalidade por plágio do projeto em questão.

Caso sejam detectados aviões que não se caracterizem como projetos novos, e a autorização não tiver sido requerida e aprovada, a equipe será devidamente informada e poderá até não ser mais autorizada a participar da Competição. Tal medida pode ocorrer até mesmo durante o transcorrer da Competição.

O critério de reutilização do avião é analisado levando-se em consideração somente as competições brasileiras. Aeronaves que participaram em competições SAE AeroDesign nos Estados Unidos, e estejam competindo no Brasil pela primeira vez, não precisam aprovar a reutilização do avião.

## **6.9 Modificações e não conformidades com o projeto**

Modificações no avião (alteração de projeto) deverão ser apresentadas por escrito à Comissão Técnica até no máximo o prazo especificado no APÊNDICE 12. Os juízes irão definir descontos de pontos com base na magnitude das alterações introduzidas, se comparadas com o projeto como descrito no relatório apresentado originalmente. Modificações feitas durante a competição; sejam para melhorar/corrigir o projeto, sejam para sanar problemas de segurança identificados durante as inspeções; só serão permitidas se aprovadas previamente pelos juízes que integram a Comissão Técnica e estarão sujeitas a penalidades se implicarem em não conformidade com o projeto. A decisão dos juízes a respeito da modificação não poderá ser questionada pela equipe.

Modificações não comunicadas e não aprovadas com antecedência serão penalizadas com mais severidade. Ex.: modificações estruturais nas aeronaves sem a devida aprovação dos juízes ou da Comissão Técnica.

A comunicação de alterações de projeto deverá ser enviada via e-mail, segundo disposto na Seção 6.7.

## **6.10 Identificação do avião**

Toda a aeronave deve vir identificada de forma clara com o número da equipe e com o nome da instituição de ensino.

A identificação do avião deve ser feita de maneira que o número da equipe seja visto, com a aeronave no chão, por uma pessoa a 10 metros da aeronave de qualquer lado.



Sugestão: Numero e nome da equipe, e sigla da instituição no extradorso da asa, e número da equipe de ambos os lados da empenagem vertical. Sugere-se que as letras usadas na identificação tenham pelo menos 10cm de altura.

A aeronave que não estiver identificada, ou que a identificação não esteja visível, não será liberada para voar até que a equipe corrija o problema.

O número da equipe é determinado pela ordem de recebimento das inscrições.

## **6.11 Rádio Controle**

O rádio controle será utilizado para voar e manobrar o avião. O voo se dará com chuva ou sol, por isso as equipes deverão se preparar quanto à impermeabilidade do equipamento de rádio (emissor e receptor, instalado na aeronave).

Dois tipos de rádio controle são aceitos na competição, conforme descritos nos itens 6.11.1 e 6.11.2.

Os rádios deverão estar em bom estado. Os inspetores de segurança poderão impedir o avião de voar, se julgarem que o rádio não está em condições aceitáveis.

Deve ser demonstrado claramente durante a inspeção de segurança, qual o tipo de rádio que está sendo utilizado, ou seja, o receptor deve estar visível para as inspeções que serão feitas pelos fiscais.

Recomendações especiais sobre segurança envolvendo o Rádio Controle e a instalação eletrônica dos equipamentos serão detalhadamente explicadas no documento “Manual de Boas Práticas de Segurança – SAE AeroDesign 2011”

Atenção: Todos os rádios, de TODOS os tipos aceitos (inclusive os reservas) DEVEM ser entregues na Barraca de Rádios até às 7:30 horas da manhã, em todos os dias da Competição de Voo. As equipes que não entregarem os rádios até este horário serão penalizadas em 20 pontos por dia atraso (ver APÊNDICE 10). A competição só inicia depois de todos os rádios terem sido entregues. Sendo assim a colaboração de todos é de extrema importância.

### **6.11.1 Rádio PCM (Pulse Code Modulation)**

Todos os rádios deverão coincidir com as regras FCC (Federal Communication Commission – órgão encarregado dos assuntos de telecomunicações americanas) e AMA 1991 (Academy of Model Aeronautics) para frequências de modelos de aviões. Este é o sistema de bandas mais estreitas e é identificado por um adesivo dourado sobre a unidade.

É também recomendado às equipes utilizarem receptores de banda estreita para minimizar o potencial de problemas.

É obrigatório que os rádios FM apenas possuam a tecnologia PCM (Pulse Code Modulation) por se tratar de uma tecnologia menos suscetível a interferência.

### 6.11.2 Rádio 2.4 GHz

O uso de rádios que utilizam a tecnologia de 2,4GHz está permitido, desde que a potência de transmissão do equipamento não ultrapasse 1 Watt, respeitando normas da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações Brasileira) para aparelhos operando sem homologação na faixa de frequência livre.

Novas informações serão emitidas oportunamente nos documentos: “Manual de Boas Práticas de Segurança – SAE AeroDesign 2011” e “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011”.

Por ser uma tecnologia nova, que pode apresentar problemas ainda desconhecidos, recomenda-se que as equipes que utilizarem esses rádios, façam buscas em fóruns na internet, para conhecer as peculiaridades do fabricante que está usando. É válido lembrar que o bom conhecimento dos aparelhos utilizados favorece a própria equipe, prevenindo problemas em voo.

### 6.12 Instalação do voltwach

É obrigatório para todas as classes da competição a instalação na aeronave de um “VoltWatch Receiver Battery Monitor” (ou medidor de tensão on board).

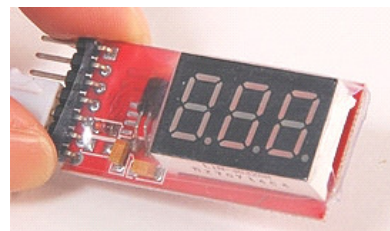
O “VoltWatch” é utilizado para verificação de carga da bateria sem o uso de equipamento auxiliar (portanto ele deve estar fixo na aeronave e ligado sempre que a bateria estiver ligada) e o seu uso tem como principal objetivo proporcionar um aumento na segurança bem como agilizar a verificação de segurança eletrônica. Por isso, ele deve estar VISÍVEL, para que a carga da bateria seja verificada imediatamente antes de decolar.

É obrigatório o uso de um “VoltWatch” comercial por questões de confiabilidade.

Exemplo de um “VoltWatch” para baterias NiCd ou NiMH.



Exemplo de um “VoltWatch” para baterias LiPo.



### 6.13 Fixações de componentes críticos

Não são aceitas fixações de componentes críticos (como asas, empenagem, trem de pouso, carga paga, berço do motor, etc...) por meio de elásticos, borrachas ou similares, de modo que estes elementos de fixação estejam sujeitos aos esforços do voo. Apesar de ser uma prática comum em aeromodelismo, esta não será aceita em nenhuma aeronave da Competição em todas as categorias. Esses componentes, quando fixados por parafusos, devem usar porcas auto-travantes (*self-locking nut*) ou frenadas. Fixação da carga, suporte de carga na estrutura, ou qualquer componente estrutural da aeronave utilizando-se Velcro<sup>®</sup> também não é permitido.

Ver o documento “Manual de Boas Práticas de Segurança – SAE AeroDesign 2011” para mais informações.

### 6.14 Hélices

Hélices múltiplas, hélices envolvidas e *ducted fans* são permitidas. Contudo fica proibido o uso de hélices metálicas. A fixação da hélice deve ser feita preferencialmente com uma porca auto-travante. Spinner plástico ou porca-spinner de alumínio comercial são permitidos. Não está permitida a fixação de hélices utilizando elástico, borracha ou qualquer outro polímero.

No caso da utilização do spinner plástico é necessário que a equipe compareça à inspeção de segurança com o spinner desmontado e a hélice fixada na posição correta. Somente na inspeção, após a verificação do aperto da hélice o spinner poderá ser fixado.

As equipes que desejarem utilizar hélices manufaturadas pela própria equipe (não comerciais) seja esta com qualquer número de pás, ou hélices mono-pá (mesmo que comerciais), deverão submeter à Comissão Técnica, até a data indicada no APÊNDICE 12, um relatório de duas páginas no máximo, demonstrando:

- Análise de segurança, incluindo análise teórica.
- Testes realizados, dispositivos de testes.
- Um teste executado a 110% da máxima rotação definida pelo fabricante do motor escolhido deve ser realizado por um período de no mínimo 5 minutos.
- Envelope de operação considerado.
- Detalhes que demonstrem que a concepção e a construção da hélice são suficientemente seguras.

A equipe é responsável por verificar os aspectos que devem ser analisados e testados. Este relatório será verificado por um juiz de segurança, e não fará parte da pontuação de projeto. Caso a análise do juiz conclua que a hélice em questão não é segura, a equipe será avisada em no máximo 15 dias após o envio deste relatório.

A falta deste relatório e da aprovação da Comissão Técnica impede a equipe de participar da competição utilizando hélices manufaturadas pela própria equipe.

## 6.15 Uso de material explosivo

Devido ao risco inerente que este tipo de equipamento pode trazer, está proibido o seu uso para qualquer fim.

## 6.16 Superfícies de Comando

As superfícies de comando não podem apresentar folgas excessivas nas suas articulações. Superfícies de comando com folgas em suas articulações tendem a reduzir a controlabilidade na maioria dos casos e em casos mais severos, são elementos geradores de *flutter*. O número de articulações (ou *hinge points*) deve ser dimensionado conforme a envergadura e as cargas atuantes sobre a superfície.

## 6.17 Dimensionamento e escolha dos servos-atuadores

Análises e/ou testes devem ser apresentados no Relatório de Projeto demonstrando que os servos utilizados na aeronave estão adequadamente dimensionados e são capazes de suportar, ou sobrepujar com certa margem, as cargas aerodinâmicas às quais o avião será submetido durante o voo.

## 6.18 Requisitos de Cablagem (Sistemas Eletrônicos)

A fiação deve ser compatível com comprimento e corrente (mostrar no Relatório o diagrama elétrico). Este diagrama elétrico será avaliado por um juiz especializado.

No caso de extensões fabricadas pela equipe observar os seguintes aspectos.

- Não é permitido nenhum tipo de emenda sem o uso de conectores.
- Todas as conexões deverão ser feitas com conectores macho/fêmea.
- Todas as ligações dos conectores com os fios deverão ser “crimpados”.
- Os conectores recomendados são do tipo MODUL de 3 vias ou equivalente.
- Os fios recomendados para a confecção das extensões de servo / energia são do tipo AWG 24 ou AWG 26 não rígido e filamentado.

É expressamente proibido o uso de “fiação desencapada”. Todas as extensões deverão ser feitas utilizando-se cablagem padrão empregadas em aeronaves radio-controladas. Fios de cobre sem o isolamento padrão não serão autorizados.

## 6.19 Reclamações, Protestos e Sugestões

### 6.19.1 Reclamações e Protestos

Quaisquer reclamações, em relação a erros na pontuação ou outro aspecto da competição, deverão ser realizadas por escrito, apenas com o preenchimento de formulário específico a ser fornecido pela Comissão Técnica, durante o decorrer da Competição. As reclamações deverão ser obrigatoriamente identificadas e assinadas pelo capitão da equipe reclamante. Os formulários deverão ser entregues a um

representante da Comissão Técnica e serão devidamente considerados pela Comissão tão logo seja possível, durante a competição.

Se pertinentes, a Comissão Técnica tomará as ações necessárias com a devida notificação à equipe reclamante logo que possível no máximo até o dia seguinte. Reclamações feitas no último dia da competição terão resposta até uma semana após a competição, antes da divulgação oficial da pontuação.

Reclamações a respeito da pontuação divulgada na ocasião da premiação, deverão ser encaminhadas a Comissão Técnica via e-mail respeitando o prazo determinado no APÊNDICE 12.

A decisão da Comissão Técnica será final e irrevogável, será feita por escrito e divulgada durante ou após a Competição. Qualquer argumentação com a Comissão ou qualquer dos juízes e fiscais, depois da decisão ter sido declarada, poderá resultar na perda de 25 pontos ou na desclassificação imediata dos membros da equipe desta competição. Insistência em discutir decisões da Comissão Técnica que estão amparadas pelo Regulamento, ou seja, insistência em abrir exceções ao Regulamento por qualquer motivo, poderá resultar em penalidade ou até desclassificação da equipe.

Qualquer atitude por parte da equipe (ou membro da equipe) que seja feita de maneira anti-desportiva (ex.: agressões verbais extremadas a qualquer pessoa no ambiente da competição) poderá resultar na proibição da participação da escola em até duas competições subseqüentes. O AeroDesign no Brasil, possui desde sua primeira edição, um ambiente extremamente favorável de amizade e colaboração entre todas as equipes, voluntários e colaboradores portanto, é responsabilidade de todos e de cada um, a manutenção deste excelente ambiente.

É obrigação de qualquer participante informar a Comissão Técnica da Competição (camisas amarelas), ou ao coordenador dos fiscais de Segurança, sobre quaisquer questões relativas à Segurança. Caso seja detectado algum aspecto ou característica, seja de uma aeronave ou instalação, que comprometa a segurança do voo ou do público presente, informar imediatamente ao responsável pela segurança. Todos os itens apontados serão avaliados exclusivamente pela Comissão Técnica e não caberão discussões posteriores quanto à decisão final da Comissão.

### **6.19.2 Sugestões**

Será fornecido pela Comissão Técnica um formulário no qual cada equipe (ou componente de equipe) poderá avaliar a organização, o andamento da competição, o layout da área e outros aspectos pertinentes. Essa avaliação servirá como base para futuras melhorias. A identificação da equipe (ou do componente de equipe) no formulário de avaliação NÃO É OBRIGATÓRIA.

A Comissão Técnica incentiva e muito, que todas as equipes preencham o formulário e/ou qualquer folha adicional com críticas e/ou sugestões de qualquer natureza. Favor entregar estes documentos a um dos membros da Comissão Técnica ou na Barraca da SAE. Tais observações ou sugestões são extremamente importantes para a melhoria contínua da Competição sobre todos os aspectos. Reiteramos que a colaboração de todos é um fator essencial.

## 7. Requisitos – Classe Regular

### 7.1 Elegibilidade - Membros das equipes

É limitada a estudantes de graduação em Engenharias ligadas à mobilidade (Seção 6.1), associados à SAE BRASIL. Para cursos diferentes, checar Seção 6.1.

Estudantes que tiverem se formado no semestre letivo imediatamente anterior à competição NÃO são elegíveis a participar. É obrigatório o envio da documentação referente à matrícula do segundo semestre de 2011 até prazo especificado no APÊNDICE 12.

### 7.2 Restrições Geométricas

#### 7.2.1 Requisitos Básicos

As aeronaves da Classe Regular deverão ser projetadas de tal forma que, estando completamente montadas, com o compartimento de carga descarregado e tanque de combustível vazio e na mesma configuração da decolagem, a seguinte restrição dimensional seja respeitada.

$$D = L + H + \sum_{i=1}^n B_i \quad \text{sendo } 5000 \leq D \leq 6500 \text{ mm}$$

Onde:

$L$  = é o comprimento máximo ou a máxima dimensão encontrada do ponto mais dianteiro ao ponto mais traseiro da aeronave. Esta medida é tomada paralelamente ao solo e ao plano de simetria da aeronave e com as superfícies de comando na sua deflexão que resultar no máximo comprimento. Os pontos mais dianteiro e mais traseiro não precisam estar necessariamente no mesmo plano (exemplo: distância da ponta do spinner até a ponta da empenagem vertical).

$H$  = é a altura máxima ou o máximo valor encontrado do solo até o ponto mais alto da aeronave. Esta medida DEVE ser tomada com a aeronave sem carga. A hélice não será considerada.

$n$  = numero de superfícies aerodinâmicas

$B_i$  = envergadura máxima (ou largura máxima) **de cada superfície aerodinâmica** que gera sustentação na vertical, ou tenha uma componente de sustentação na vertical. A dimensão  $B_i$ , é a envergadura ou “largura máxima projetada na vista em planta” da respectiva superfície  $i$ . Esta medida será tomada entre os pontos mais externos de cada superfície, por exemplo, “winglets”, pontas de asa arredondadas, “endplates” ou qualquer ponto mais externo da superfície, inclusive mecanismos, servos, “horns”, etc. Seguem alguns exemplos de interpretação da regra:

- Exemplo 1: para o caso de empenagens em “H”, o valor de envergadura considerado será medido externamente às empenagens verticais (ou pelo lado de fora do “H”) e no ponto mais externo possível (ver parágrafo anterior).
- Exemplo 2: para o caso de empenagem em “V”, ou com diedro, o valor considerado será o da envergadura projetada na vista em planta da aeronave.
- Exemplo 3: Em asas ou empenagens enflechadas o valor da envergadura será logicamente, o valor de distância em linha reta entre as pontas
- Exemplo 4: Para os casos de aeronaves biplanas convencionais, as asas e a empenagem horizontal são superfícies sustentadoras na vertical, ou seja:  
$$D = L + H + B_{ASA\ SUPERIOR} + B_{ASA\ INFERIOR} + B_{EMPENAGEM\ HORIZONTAL}$$
- Outros exemplos ilustrando o modo de cálculo do somatório  $D$  podem ser encontrados no APÊNDICE 3.

A utilização de perfis “multi-elemento” (Ex.: com flap) é permitida, e não será somado como uma nova envergadura, contudo essas soluções devem ser submetidas à análise da Comissão Técnica para a confirmação de enquadramento no caso de perfil multi-elementos. Para que a Comissão Técnica faça a devida avaliação, a equipe deverá enviar um e-mail conforme Seções 3 e 6.7 com os dados da asa multi-elementos.

Aeronaves que excederem o intervalo acima definido ou que forem construídas com erro muito grande estarão sujeitas às penalidades definidas na Seção 7.2.2.

O processo de inspeção dimensional será feito utilizando-se uma **trena** (Seção 4.6.2) e com o auxílio de alguns gabaritos especiais (esquadros). Objetiva-se, com o uso destes gabaritos, agilizar o processo de medição bem como minimizar os erros. Todas as medidas serão feitas em milímetros. Para informações mais detalhadas acerca deste processo consultar o documento “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011”, a ser liberado oportunamente. O processo de medição não deve afetar o projeto da aeronave. Esta deverá ter suas medidas verificadas independente da configuração definida pela equipe.

A verificação dimensional será feita somente durante a Competição de Voo e somente após cada voo válido.

### **7.2.2 Qualidade Construtiva (ou Precisão Dimensional)**

Uma verificação da precisão dimensional será feita de forma automática pela planilha de pontuação com o intuito de verificar a qualidade construtiva das aeronaves. Esta verificação será baseada na diferença medida entre o valor máximo do somatório das dimensões da aeronave, o qual deve ser informado no Relatório, e o valor medido pelos fiscais durante a inspeção dimensional.

Todos os valores serão medidos em “mm”, com uma **trena** (Seção 4.6.2), e inseridos na planilha de pontuação nesta mesma unidade.

A qualidade construtiva (ou precisão dimensional) será considerada através do cálculo de dois erros básicos:

- O primeiro erro mede a diferença do somatório entre as dimensões na tabela da planta 3 vistas (Seção 11.4.1) (e na *Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados (template)* (Seção 11.3)) e o somatório medido respeitando uma tolerância de 0,6%, conforme a seguinte equação:

$$erro_{A1} = \max \left[ 0, \frac{\text{abs}(D_{MEDIDO} - D_{TEÓRICO})}{D_{TEÓRICO}} - 0,006 \right]$$

- O segundo erro mede quanto a aeronave construída ultrapassou o limite dimensional especificado na Seção 7.2.1

$$erro_{A2} = \max \left[ 0, \frac{(5000 - D_{MEDIDO})}{5000}, \frac{(D_{MEDIDO} - 6500)}{6500} \right]$$

Para as equações acima:

max = função que resulta no máximo entre os dois ou três valores de entrada

abs = função que resulta no valor absoluto

$D_{MEDIDO}$  = somatório das dimensões medido após cada voo válido (em “mm”)

$D_{TEÓRICO}$  = somatório das dimensões especificadas na tabela da planta 3 vistas (Seção 11.4.1) (e na *Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados (template)* (Seção 11.3))

A penalidade por precisão dimensional ( $P_{PD}$ ) será função dos dois erros, conforme equação abaixo

$$P_{PD} = \frac{2 \times erro_{A1} + 2,2 \times erro_{A2}}{0,001}$$

Todas as aeronaves somente serão dimensionalmente verificadas, após cada voo válido. Se para a bateria em questão, ambos os erros forem nulos, significa que a medida está dentro da tolerância, não havendo penalidade, caso contrário a penalidade será aplicada. Esta penalidade é válida somente para a bateria onde ocorreu a discrepância. Ver “Procedimentos Operacionais SAE AeroDesign 2011”. Eventualmente uma aeronave que, mesmo tendo seu voo invalidado, poderá ser dimensionalmente verificada a pedido da Comissão Técnica. Esta verificação visa melhorar o banco de dados para elaboração de futuras regras.

A equipe deve obrigatoriamente informar o valor das medidas  $L$ ,  $H$  e  $B_1$  até  $B_n$ , que compõem o somatório, na tabela da planta 3 vistas (Ver Seção 11.4.1 e APÊNDICE 5) ou na *Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados (template)* a ser obrigatoriamente enviada no CD (ver Seção 11.3). O valor da penalidade aplicada na falta destes dados será no mínimo equivalente a duas vezes o valor da maior penalidade dimensional obtida durante a Competição de Voo (ver APÊNDICE 10). Pede-se atenção às informações exigidas na planta (tabela), pois estas são extremamente importantes ao processo de verificação dimensional.



## 7.3 Motor

O motor deve ser somente um, a ser escolhido pela equipe entre: K&B 0.61 RC/ABC (PN 6170) , O.S. 0.61 FX, O.S. 0.55 AX ou Magnum XLS-61A, originais, tipo *glow* e escapamento original do motor. Os motores especiais não serão aceitos.

### 7.3.1 Reparos no motor

Troca de componentes danificados (exemplo: carburador) são permitidos desde que o substituto seja do mesmo modelo. Peças de modelos mais antigos ou mais modernos não são aceitas como reposição.

Rolamentos podem ser trocados desde que tenham a mesma especificação dimensional e de material do original.

É liberado o uso de qualquer marca de vela, porém é vetado o uso de qualquer dispositivo de ignição por centelha, ou injeção eletrônica.

### 7.3.2 Modificações no motor

Modificações no motor e/ou retirada de qualquer componente, interno ou externo NÃO são permitidas. A infração deste requisito implica em desclassificação da equipe.

Instalação do eixo reverso dos motores K&B ou O.S. para configurações “*pusher*” é permitida.

É permitido o uso de “*caps*” (ou extensores entre o motor e o “*muffler*”) não originais (usinados por exemplo), porém, neste caso, as dimensões internas têm de ser mantidas e o desenho deste extensor deve estar bem claro em uma das plantas enviada juntamente com o Relatório. Uma explicação ou justificativa para o uso deste “*cap*” deve também estar presente no Relatório. A equipe deverá requerer a inspeção do “*cap*” modificado. Caso a equipe não venha a requerer esta inspeção, assim que for constatada a irregularidade, a equipe poderá ser severamente penalizada.

### 7.3.3 Fixação do motor na aeronave

É recomendável que o motor seja fixado de forma convencional, isto é, via berço de Nylon ou Metálico. Fixações diferentes poderão ser aceitas desde que estas sejam previstas no manual de instruções do fabricante do motor. Uma avaliação detalhada das fixações não convencionais poderá eventualmente ser requerida.

### 7.3.4 Inspeção do motor

A inspeção e verificação do motor poderão ser feitas pelos juízes da competição a qualquer instante.

### 7.3.5 Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice

Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice são permitidos desde que a relação de rotação entre motor e hélice seja de um para um. As hélices deverão girar à mesma RPM do motor.

## 7.4 Combustível e Tanque de Combustível

O combustível para a Classe Regular terá 10% de nitrometano e será fornecido pela SAE BRASIL.

O tanque de combustível deve ser acessível e possuir certo nível de transparência para visualização de seu conteúdo durante a inspeção.

O combustível deve ser pressurizado pela pressão do “muffler”.

O tanque de combustível será esvaziado e reabastecido antes de cada voo pelos fiscais da competição. O abastecimento será total, independente do tamanho do tanque. A ocorrência comprovada de pane seca durante o voo, incorrerá na invalidação do voo.

O combustível poderá ser retirado do tanque somente na barraca apropriada e sob o acompanhamento de fiscal.

## 7.5 Centro de Gravidade

O centro de gravidade da aeronave vazia (sem carga e sem combustível) deverá coincidir longitudinalmente com o centro do volume do compartimento de carga. Caso este item não seja atendido, a equipe poderá fazer as modificações que julgar necessárias, estando sujeita, conforme o caso, a penalidade segundo Seção 6.9.

A figura abaixo ilustra este requisito:



### 7.5.1 Indicação na aeronave

As aeronaves deverão ter seu centro de gravidade (C.G.) obrigatoriamente identificados na aeronave (limites traseiro e dianteiro) através de adesivos ou qualquer outro meio que a equipe escolher. Sugere-se uma identificação como a seguir:



Os limites para a posição do C.G. devem estar identificados claramente em pelo menos uma das plantas da aeronave (Seção 11.4), preferencialmente nas 'três vistas'.

A posição do C.G. da aeronave será verificada pelos fiscais da inspeção de segurança (Seção 10.1.3) em um local ainda a ser determinado no layout e em duas situações.

- Aeronave vazia (compartimento de carga e tanque do combustível vazios)
- Aeronave semi-pronta para voo (compartimento de carga carregado e tanque de combustível vazio).

Em ambas o C.G. deve estar impreterivelmente dentro dos limites especificados no projeto.

### 7.5.2 Ponto de içamento / macaqueamento

Todas as aeronaves deverão obrigatoriamente possuir um ponto de içamento ou macaqueamento acima do C.G.. A aeronave será içada ou macaqueada para verificação da posição do C.G.(Seção 7.5.1).

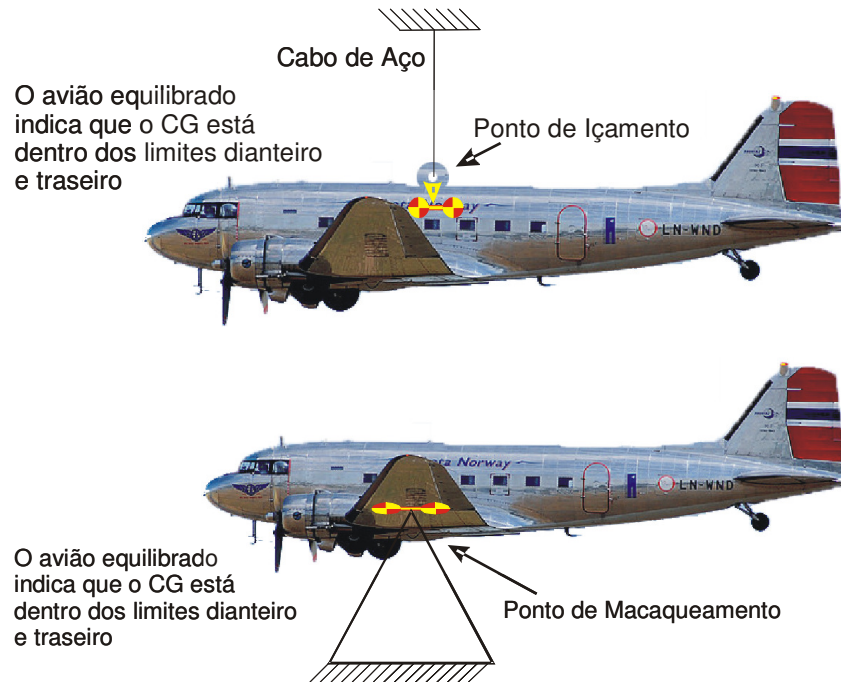
Antes do carregamento da aeronave, será feita a verificação do C.G. da aeronave vazia. Após o carregamento, será feito uma nova verificação do C.G. carregada. Caso a aeronave possua o C.G. fora da posição especificada, a equipe não poderá participar da bateria de voo em que esta discrepância ocorreu e deverá aguardar a próxima bateria.

A equipe deverá levar para a inspeção os próprios dispositivos (ferramentas, suportes, cabos de aço, etc.) para macaquear ou içar a aeronave. O procedimento de levantar a aeronave com o dedo pelo intradorso da asa ou qualquer outro ponto não será mais adotado.

Esta verificação deverá ser feita mesmo para os casos mais críticos de carga (cargas mais altas), isto é, a equipe deve projetar a aeronave para que esta verificação seja efetivamente possível.

Formas alternativas poderão ser propostas pelas equipes desde que seja feita a verificação com o uso de dispositivos desenvolvidos para este fim.

Abaixo são mostradas duas figuras exemplificando a verificação do CG.



## 7.6 Carga e Compartimento de Carga

### 7.6.1 Compartimento de carga (restrições geométricas)

#### 7.6.1.1 Volume mínimo do compartimento

O compartimento de carga poderá ser projetado com as dimensões que a equipe desejar, desde que possua um formato paralelepípedo (6 faces ortogonais entre si), e desde que seu volume respeite a seguinte restrição:

$$\frac{CP}{VB} \leq 947,23 \text{ kg/m}^3$$

Onde:  $CP$  = Carga paga [em kg]

$VB$  = volume do bloco [em m<sup>3</sup>] conforme descrito no item 7.6.5

O compartimento de carga deverá ser único e totalmente fechado e as portas de acesso à carga devem fazer parte do avião. Em outras palavras, o escoamento de ar não deve entrar em contato com a carga ou com o suporte de carga, ou seja, toda e qualquer geometria que defina a forma aerodinâmica da aeronave deverá fazer parte da aeronave, contabilizando como peso da aeronave, e não como carga útil. Caso no instante da pesagem for constatado que a carga útil (toda a carga a ser pesada) possui componentes externos, o voo será invalidado e a equipe poderá fazer as devidas

alterações mediante penalidades previstas segundo a Seção 6.9 sobre alterações de projeto.

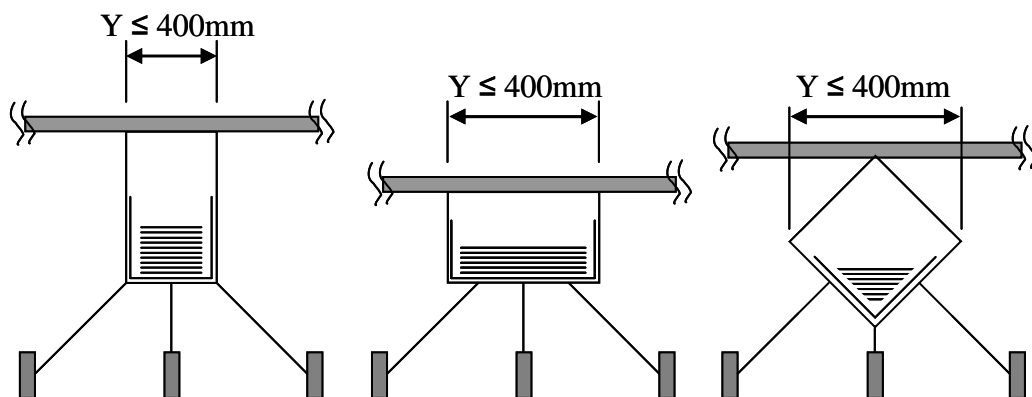
Caso após a pesagem a carga carregada não respeitar a equação acima, será adotado o maior valor de carga que a respeite. Esse será o valor de carga ( $CP$ ) que será usado para cálculo de todas as pontuações da Seção 7.11 Exemplo: Caso a equipe tenha carregado 9kg de carga em um volume de  $0,008m^3$ , que resulta numa relação de  $1125kg/m^3$ , o valor de carga ( $CP$ ) que será usado será 7,578kg (ou seja,  $0,008m^3 \times 947,23kg/m^3$ ).

### 7.6.1.2 Largura máxima do compartimento

O compartimento de carga deve obrigatoriamente possuir um formato paralelepípedo (6 faces ortogonais entre si) de forma que a largura máxima interna do compartimento seja de 400 mm.



Essa largura será tomada pela distância entre os pontos mais a esquerda e mais à direita com relação à aeronave. Em outras palavras, independente da posição e alinhamento do paralelepípedo que forma o compartimento de carga, sempre será medido entre os extremos. A figura abaixo ilustra esta medida:



Vista frontal das aeronaves e seus compartimentos de carga

Este requisito será checado após cada voo válido. Se após o voo for constatado que a largura do compartimento é maior que este limite, o voo será invalidado e a equipe poderá fazer as devidas modificações na aeronave, estando sujeitas as penalidades cabíveis conforme Seção 6.9.

### 7.6.2 Volume teórico do compartimento de carga

O volume do compartimento de carga é obtido de acordo com:

$$VB_{TEÓRICO} = X_{PLANTA} \times Y_{PLANTA} \times Z_{PLANTA}$$

Onde  $X_{PLANTA}$ ,  $Y_{PLANTA}$  e  $Z_{PLANTA}$  são as três dimensões do paralelepípedo que define o volume do compartimento e que devem ser especificadas na tabela da planta 3 vistas (Seção 11.4.1) e na *Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados (template)* (Seção 11.3).

A não apresentação destes valores na tabela da planta 3 vistas e *template* incorrem em penalidade conforme APÊNDICE 10.

### 7.6.3 Volume real do compartimento de carga

Para medir o volume do compartimento, cada equipe deverá fabricar um bloco paralelepípedo sólido e resistente com as dimensões  $X_{PLANTA}$ ,  $Y_{PLANTA}$  e  $Z_{PLANTA}$ , especificadas conforme Seções 7.6.1 e 7.6.2. O bloco deve ser fabricado preferencialmente em madeira (ex.: MDF, compensado). Papelão, isopor® ou outros materiais que se deformam com facilidade não serão aceitos.

O bloco terá suas dimensões medidas na bateria em que a equipe se classificar, após o voo válido, obtendo os valores de  $X_{MEDIDO}$ ,  $Y_{MEDIDO}$  e  $Z_{MEDIDO}$ . Após a medição, todas as seis (6) faces serão etiquetadas e assinadas. O bloco ficará em poder da equipe, e será responsabilidade de cada equipe levá-lo à barraca de pesagem após todos os voos válidos (Seção 10.1.6.5) para verificação se o bloco entra no compartimento.

O volume medido é calculado como:

$$VB_{MEDIDO} = X_{MEDIDO} \times Y_{MEDIDO} \times Z_{MEDIDO}$$

Apenas uma medição do bloco será feita, salvo se houver dúvidas da Comissão quanto às medidas determinadas (neste caso, somente a Comissão poderá solicitar nova medida). Se por acidente o bloco for danificado, este poderá ser medido mais uma vez porém somente mediante autorização de um membro da Comissão Técnica. Recomenda-se que a equipe cuide bem do seu bloco padrão não deixando este em locais inadequados ou em contato com água ou qualquer substância que pode danificá-lo. O bloco padrão deve ser antes de tudo considerado como um instrumento de verificação e medida. Ver item a seguir.

### 7.6.4 Precisão volumétrica do compartimento de carga

O erro entre os volumes medido no bloco e teórico a partir do projeto aceita uma tolerância de 3,0%, ou seja, será calculado como:

$$erro_B = \max \left[ 0, \frac{\text{abs}(VB_{MEDIDO} - VB_{TEÓRICO})}{VB_{TEÓRICO}} - 0,03 \right]$$

Uma penalidade será aplicada devido à falta de precisão volumétrica conforme a equação abaixo:

$$P_{PV} = 5 \times \left( \frac{\text{erro}_B}{0,025} \right)^{1,3}$$

### 7.6.5 Volume final adotado

O volume final adotado para a equipe é função do volume medido (Seção 7.6.2) e do volume real (Seção 7.6.3) considerando a tolerância de 3,0% (Seção 7.6.4).

O cálculo do volume do bloco que será usado na equação da Seção 7.6.1 é feito como se segue:

- Se  $\text{erro}_B = 0$  então  $VB = VB_{TEÓRICO}$
- Se  $\text{erro}_B > 0$  então  $VB = VB_{MEDIDO} + 0,03 \times VB_{TEÓRICO} \times \frac{\text{abs}(VB_{TEÓRICO} - VB_{MEDIDO})}{VB_{TEÓRICO} - VB_{MEDIDO}}$

### 7.6.6 Carga Útil

Carga útil (i.e., Carga + Suporte de Carga) é o peso transportado pelo avião. A carga útil total consistirá na soma dos pesos das placas (ou carga) mais o suporte de carga. O peso do avião e o combustível NÃO são considerados como carga útil.

A carga útil deve ser adequadamente fixada no compartimento de carga (ver Seção 6.13) de modo a impedir sua movimentação durante o voo, porém esta não pode contribuir estruturalmente para a estabilidade da estrutura do avião nem fazer parte da estrutura do mesmo. Em outras palavras, não serão aceitas estruturas cuja estabilidade seja auxiliada pelo contato com o suporte de carga ou com a carga útil. Exemplos:

- Estruturas onde a fixação do suporte de carga em qualquer uma das faces do compartimento de carga possibilite que este suporte de carga auxilie na estabilidade estrutural. A princípio, a estrutura deve ser estável e resistir aos esforços de vôo por si só, ou seja, mesmo sem o suporte de carga.
- Estruturas onde a simples colocação da carga (ou do suporte de carga) permita dimensionar uma estrutura com barras de treliça a menos, ou seja, não é permitido que esforços estruturais que normalmente deveriam ser transmitidos pela estrutura da aeronave sejam aplicados e transmitidos pelo suporte de carga.
- Outros casos, mesmo que não citados nestes exemplos, em que a Comissão Técnica julgar que o suporte de carga ou a própria carga estejam contribuindo para suportar os esforços ou estejam contribuindo para a estabilidade da estrutura, serão avaliados caso a caso.

Este item será verificado através das plantas do Relatório de Projeto e principalmente na ocasião da Competição, e caso seja constatado que não esteja sendo cumprido, a

equipe deverá fazer as devidas alterações de projeto que julgar necessário, estando sujeita à penalidades cabíveis conforme a Seção 6.9

O mecanismo de travamento do suporte de carga no avião pode fazer parte do suporte carga (ver APÊNDICE 2) ou da própria estrutura do avião. Caso este mecanismo faça parte do suporte de carga este é contabilizado também como carga útil.

A carga útil deve ficar inteiramente dentro do compartimento de carga e a porta do compartimento de carga deve fazer parte do avião, e não da carga conforme já citado na Seção 7.6.1. Ao mesmo tempo, o dispositivo (ou mecanismo) de abertura da porta deve fazer parte do avião, e não da carga, ou seja, a porta (ou carenagem) não pode ser travada ou fixada no suporte de carga mas sim na estrutura da aeronave.

É responsabilidade das equipes providenciar sua própria carga. A verificação do peso carregado será feita após voo na presença dos fiscais. O avião que não permitir a retirada do suporte para pesagem não terá este peso incluído na carga útil.

É expressamente proibido as equipes retirar ou manusear a carga após um voo válido antes da aeronave estar devidamente posicionada na tenda operacional para a retirada da carga. A carga somente poderá ser retirada para pesagem.

## **7.7 Eletrônica**

### **7.7.1 Pack de bateria**

Um pack de 500mAh é a carga mínima permitida. As baterias poderão ser carregadas a qualquer momento no solo desde que respeitadas as normas de segurança para cada tipo.

Os tipos de baterias permitidas são:

- Níquel Cádmio (NiCd)
- Níquel Metal Hidreto (NiMH)
- Lítio Íon Polímero (LiPo): esta última possui severas recomendações de segurança devido ao risco de explosões ou inflamabilidade principalmente durante o processo de carregamento ou sob temperatura mais alta (50°C (possível temperatura no interior da aeronave sob Sol forte)).

### **7.7.2 Sistemas de controle de voo**

O uso de giroscópios de qualquer tipo e sistemas automáticos de controle de voo não são permitidos para as aeronaves da Classe Regular.

A obtenção de uma aeronave com boas características de voo (ou adequada “qualidade de vôo”) faz parte do desafio. É de inteira responsabilidade da equipe desenvolver um projeto em que a aeronave atenda a estes requisitos naturalmente.



## 7.8 Vídeo de Voo (bônus) e Voos de Qualificação

Com o objetivo de incentivar as equipes a testarem exaustivamente as suas aeronaves e treinarem os pilotos, as equipes que enviarem um vídeo completo do voo (filmagem contínua, livre de edição e de boa qualidade), dentro do prazo estabelecido no APÊNDICE 12, serão bonificadas em até 15 pontos.

Atenção: o valor da bonificação será função não somente da qualidade técnica do vídeo, mas também da possibilidade de visualização das características de voo da aeronave bem como das informações adicionais enviadas no vídeo como por exemplo peso da carga transportada no voo, etc. O envio do vídeo não garante uma bonificação automática de 15 pontos. O vídeo será analisado por juízes designados os quais decidirão o valor da bonificação. A nota desta bonificação é final, não cabendo protestos referentes a esta.

O envio do vídeo poderá ser feito das duas formas abaixo, à escolha da equipe:

- As equipes deverão postar o vídeo no site [www.youtube.com](http://www.youtube.com), e deverão enviar um e-mail (Seção 3) à Comissão Técnica contendo o link para o vídeo. A data do post do vídeo no site será contabilizada para fins de bonificação. É imprescindível que a comissão seja comunicada por e-mail a respeito da postagem do vídeo (Seção 3). Caso isso não ocorra, não há como saber que o vídeo está no site.
- Envio de um CD contendo o vídeo de voo da aeronave nos formatos indicados na Seção 6.7. A data do carimbo de postagem no correio será contabilizada para fins de bonificação.

Voos de qualificação em São José dos Campos, na véspera da competição, não são requeridos para aeronaves da Classe Regular, entretanto algumas equipes que caso não tenham enviado o vídeo acima citado, poderão ser solicitadas a enviar vídeos demonstrativos de um voo completo (circuito de voo padrão) a critério da Comissão Técnica. Em caso do não cumprimento desta solicitação, a equipe será penalizada em até cinco (5) pontos e poderá até não ser autorizada a voar no ambiente da competição. A demonstração deste voo poderá ser feita no máximo o dia das apresentações orais (ver APÊNDICE 12) sendo que o vídeo deverá ser entregue a um membro da Comissão Técnica (camisa amarela) neste mesmo dia.

## 7.9 Peso máximo elegível

As aeronaves não poderão ter seu peso total (peso vazio + carga máxima) maior que 20kg. É de responsabilidade da equipe, respeitar este limite máximo. Se, após o voo, for constatado que os valores de peso da aeronave mais a carga transportada ( $PV + CP$ ) excedem este limite, o voo será invalidado.

## 7.10 Distância de Decolagem

O comprimento limite para a distância de decolagem é 50m. Haverá faixas demarcando o início da decolagem e a distância de limite de 50m. Para dar início à decolagem, as aeronaves serão posicionadas com o trem de pouso principal na faixa inicial. Uma

decolagem válida é aquela que a aeronave levanta voo antes da faixa limite de 50m e nenhum componente volta a tocar o solo até o momento do pouso.

O ponto inicial da decolagem será sempre escolhido de forma a garantir a segurança das pessoas presentes no ambiente da competição. Neste caso, a equipe não tem o direito de contestar os fiscais quanto ao sentido de decolagem e posição inicial da corrida.

A decolagem deve ser a mais “suave” possível. O piloto deve manter uma razão de subida “pequena” até que esta esteja afastada da área de público e competidores. Quando longe desta área a aeronave poderá efetivamente “ganhar altitude”.

## 7.11 Pontuação – Classe Regular

A pontuação de cada bateria é a soma das pontuações  $P_{VOO}$  e  $P_{AC}$  (descritos nas Seções 7.11.3 e 7.11.4) e das bonificações  $B_{PO}$  e  $B_{RC}$  (descritas nas Seções 7.11.5 e 7.11.6) conforme aplicável, e subtraído as penalidades, caso exista, por precisão dimensional ( $P_{PD}$  - Seção 7.2.2) e precisão volumétrica do bloco ( $P_{PV}$  - Seção 7.6.4).

Apenas o voo mais pontuado (pontuação referente à melhor bateria da equipe) será contabilizado na pontuação final.

A contabilização de demais penalidades (atraso na entrega dos rádios (Seção 6.11), escapada lateral (Seção 10.1.6.3), entre outras (APÊNDICE 10)) será feita no cômputo final da pontuação da equipe.

### 7.11.1 Carga útil máxima carregada [por bateria de voo]

Para cada voo validado (veja Seção 10.1.6.5), será computada uma pontuação proporcional à carga carregada conforme a seguir:

$$P_{CP} = 10 \times CP$$

Sendo

$P_{CP}$  : Pontos obtidos devido à carga paga carregada

$CP$  : Carga Paga transportada pela aeronave (carga útil) (em kg)

### 7.11.2 Fator de Eficiência Estrutural [por bateria de voo]

Pontos adicionais para a Classe Regular serão acrescentados baseando-se no Fator de Eficiência Estrutural, ou seja, Razão de Carga Paga / Peso Vazio da aeronave.

A equação básica para o cálculo dos pontos atribuídos ao Fator EE é a seguinte:

$$P_{EE} = \frac{6,5 \times 10^7 \times e^{EE^{0,65}} \times \alpha \times CP^{0,25}}{D^{2,0}} \quad \text{para } EE > 0.$$

Sendo:

$P_{EE}$  : pontos obtidos devido ao fator de eficiência estrutural

$e$  : neperiano

$D$  : valor em milímetros do somatório das dimensões da aeronave (Seção 7.2.1)

$EE$  : fator de Eficiência Estrutural (ver definição a seguir).

$CP$  : Carga Paga transportada pela aeronave (carga útil) (em kg)

$\alpha$  : relação com a nota de relatório (ver definição a seguir).

O fator de Eficiência Estrutural ( $EE$ ) é calculado de seguinte forma:

$$EE = \frac{CP}{PV}$$

onde:

$CP$  : carga paga (carga útil) (em kg)

$PV$  : peso vazio (sem combustível) (em kg)

O fator Alfa ( $\alpha$ ) é definido como:

$$\alpha = \frac{NR}{NM}$$

onde:

$NR$  : Nota Final de Relatório obtida pela equipe

$NM$  : Nota Máxima Possível de Relatório de Projeto (ver Seção 11.1).

Objetiva-se com esta relação entre o fator de eficiência estrutural e a pontuação de projeto (Relatório) fazer com que as equipes a justifiquem efetivamente e demonstrem no Relatório, todas as decisões de projeto que culminaram na redução de peso da aeronave, sejam estas estruturais, de sistemas e até aerodinâmicas.

É de responsabilidade de cada equipe solicitar na barraca apropriada, a retirada do combustível do tanque para a pesagem da aeronave. Este combustível somente pode ser retirado sob a supervisão de um fiscal.

### **7.11.3 Previsão de Peso Vazio [por bateria de voo]**

Com o intuito de estimular as equipes a melhorar seus processos de engenharia e bem como a construir e testar exaustivamente suas aeronaves oficiais com maior antecedência possível à Competição, foi inserido um fator denominado de Fator de Previsão de Peso Vazio ( $FPV$ ).

Este fator é calculado pela seguinte fórmula, com o Peso Vazio Real e o Peso Vazio Previsto expresso em quilogramas (kg):

$$FPV = 1,10 - 15 \times \left( \frac{PV_{PREVISTO} - PV_{REAL}}{PV_{PREVISTO}} \right)^2$$

As equipes podem obter um acréscimo de até 10% na pontuação de voo (ver abaixo), com base na exatidão da previsão do Peso Vazio da aeronave. Em contrapartida, erros muito altos têm como consequência a redução da pontuação de voo obtida.

O *FPV* será inserido na pontuação de cada bateria da seguinte forma:

$$P_{VOO} = FPV \times (P_{CP} + P_{EE})$$

O *FPV* para a Classe Regular somente afeta a pontuação relativa aos itens das Seções 7.11.1 e 7.11.2. Este não entra como multiplicador das demais bonificações.

O valor mínimo do *FPV* é 0,95. Caso o *FPV* calculado pela equipe seja inferior a este valor, o *FPV* usado será o valor mínimo.

É extremamente importante e recomendável que os procedimentos de cálculo utilizados para a determinação do peso vazio, assim como métodos experimentais, sejam detalhados no Relatório de Projeto. Cabe observar que o emprego de processos de engenharia para a definição deste valor são consideravelmente mais valorizados durante a avaliação dos Relatórios se comparados com “meras estimativas”.

O peso vazio previsto deve ser obrigatoriamente apresentado na planta que contém as “três vistas” da aeronave. Este valor DEVE ser também apresentado claramente no Relatório de Projeto. Caso a equipe não informe este dado na planta indicada (ou no Relatório) será automaticamente aplicado o *FPV* mínimo. O valor do Peso Vazio deve obrigatoriamente ser inserido na *Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados (template)* conforme é explicado na Seção 11.3. O não envio do peso vazio da aeronave implica automaticamente na adoção do *FPV* mínimo citado acima.

Não serão aceitos, sob nenhuma hipótese, correções deste valor após a data de envio dos relatórios. O peso vazio deve ser previsto durante a fase de projeto e deve ser impreterivelmente enviado, na planilha (*template*) citada acima e no Relatório. Somente serão considerados os valores inseridos no CD e no Relatório de Projeto. Caso houver discrepâncias entre os valores, será considerado o valor enviado no *template*.

#### 7.11.4 “Acuracidade” [por bateria de voo]

Pontos adicionais serão acrescentados baseando-se na exatidão da previsão de carga útil. A pontuação resultante dessa “acuracidade” é calculada pela seguinte fórmula, com os pesos de carga útil prevista e carga útil real expressos em quilogramas (kg):

$$P_{AC} = 30 - 830 \times \text{abs} \left( \frac{CP_{PREVISTA} - CP_{REAL}}{CP_{PREVISTA}} \right)^{1,75}$$

e desde que a expressão tenha valor positivo. Caso contrário, a pontuação será igual a zero (0).

Sendo:

$P_{AC}$  : Pontuação de “acuracidade”

$CP_{PREVISTA}$  : Carga Paga Prevista (obtida do gráfico de previsão de carga)

$CP_{REAL}$  : Carga Para Real (obtida no voo)

A “acuracidade” será calculada para todos os voos válidos, respeitando as curvas presentes no gráfico de previsão de carga para cada setor. Ver Seção 11.5.

### 7.11.5 Distância de pouso até a parada [por bateria de voo]

As equipes que efetuarem um voo válido (ver Seção 10.1.6.5), e efetuarem o pouso e a parada inteiramente dentro de uma distância de 50m, 75m ou 100m delimitados como pista de pouso, receberão uma bonificação conforme a seguir:

$$B_{PO} = 0,15 \times 2^{(4-n)} \times EE \times CP$$

onde:

$B_{PO}$  = Pontos obtidos como bonificação de parada dentro da distância especificada

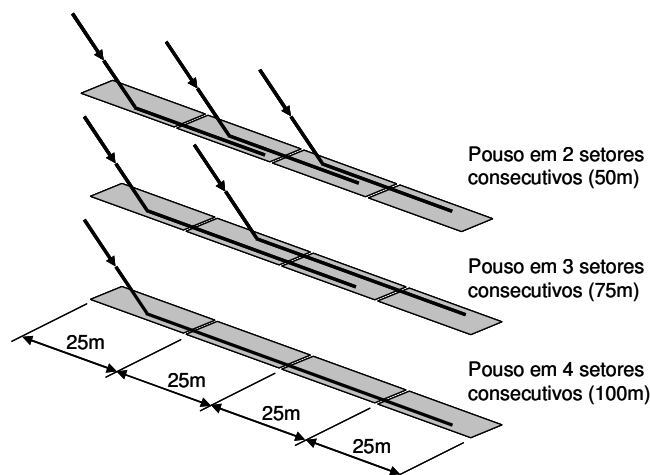
$EE$  = Fator de Eficiência Estrutural (ver Seção 7.11.2)

$CP$  = Carga Paga (kg)

$n$  = número de setores consecutivos usados para pouso. Um pouso em 2 setores consecutivos representa um pouso em até 50m. 3 setores representa um pouso em até 75m e utilizando todos os 4 setores da pista, representa o pouso em 100m. Ao ultrapassar o limite final da pista, não será aplicada nenhuma bonificação. O pouso em um único setor será pontuado da mesma maneira que o pouso em 2 setores. Em outras palavras,  $n$  somente assume os valores 2, 3 ou 4, conforme o caso.

Os pontos considerados na pontuação final obtida pela equipe serão somente aqueles relativos à melhor bateria. Esta bonificação NÃO SERÁ ACUMULATIVA.

Todos os casos onde a pontuação de pouso será aplicada estão ilustrados na figura abaixo:



### 7.11.6 Tempo de Retirada de Carga [por bateria de voo]

A abertura do compartimento de carga após cada voo válido será cronometrada, e pontos de bônus serão dados para as equipes que conseguirem realizar a operação completa (ou seja: abrir o compartimento de carga e retirar toda a carga útil) em até 15 segundos, obedecendo a seguinte regra de bonificação:

$$B_{RC} = 10 \times \left[ 1 - \left( \frac{t}{15} \right)^{0,7} \right] \text{ se } t < 15 \text{ segundos}$$

Sendo:

$B_{RC}$  : Bonificação pelo tempo de retirada de carga

$t$  : tempo, em segundos, de retirada da carga cronometrado

A pontuação será aplicada, desde que a expressão tenha valor positivo. Caso a carga não seja retirada em menos de 15 segundos, a pontuação será igual a zero (0).

Para efeito do bônus, somente um componente da equipe poderá fazer a abertura do compartimento de carga, a partir de uma posição inicial em pé, ao lado da aeronave a qual será posicionada com o centro do seu compartimento no centro do quadrado demarcado no chão. Para informações mais detalhadas, ver o documento: "Procedimentos Operacionais SAE AeroDesign 2011" a ser oportunamente divulgado.

É vetado o uso de qualquer ferramenta cortante (tesourinha, faca ou similar) para cortar a tampa ou qualquer outro componente, no ato da abertura do compartimento de carga. Toda peça ou componente do compartimento de carga deve estar apto a ser reutilizado, portanto não pode ser destruído na abertura, mesmo que de forma involuntária. Os sistemas de fechamento do compartimento de carga devem ser tais que, possam ser reutilizados sem ter suas características modificadas.

## 8. Requisitos – Classe Aberta

### 8.1 Elegibilidade - Membros das equipes

É limitada a estudantes de graduação e pós-graduação (*stricto sensu*) em Engenharias ligadas à mobilidade (Seção 6.1), associados à SAE BRASIL. Para cursos diferentes, checar Seção 6.1.

Qualquer equipe, nacional ou internacional, inscrita na Categoria Aberta deverá conter em seu quadro de componentes, pelos menos três alunos veteranos de AeroDesign, ou seja, alunos com histórico de pelo menos uma participação completa (projeto, construção, testes e participação efetiva em todos os dias da Competição de Voo) em competições AeroDesign anteriores, seja na Classe Regular ou Aberta. As Escolas ou equipes que não se enquadram totalmente no item acima, ou seja, não possuem alunos com histórico de participações anteriores completas, somente serão elegíveis de participar na Classe Regular. Os nomes dos alunos veteranos DEVEM ser indicados no ato de inscrição da equipe e DEVEM vir indicados de alguma maneira na capa do Relatório de Projeto.

Estudantes que tiverem se formado (ou acabado a pós-graduação) no semestre letivo imediatamente anterior à competição NÃO são elegíveis a participar. É obrigatório o envio da documentação referente à matrícula do segundo semestre de 2011 até prazo especificado no APÊNDICE 12.

### 8.2 Motor

#### 8.2.1 Limitação de cilindrada

Os aviões da Classe Aberta podem ter mais de um motor, porém a cilindrada total (somatória das cilindradas de todos os motores) DEVE respeitar os seguintes limites:

- $10,65 \text{ cm}^3 (0.65 \text{ in}^3) \leq \text{cilindrada total} \leq 15,07 \text{ cm}^3 (0.92 \text{ in}^3)$ .

Qualquer marca de motor pode ser utilizada. Estes motores poderão ser preparados internamente desde que a cilindrada não seja alterada.

A equipe deverá, necessariamente, incluir, na forma de um anexo ao Relatório de Projeto, a documentação do fabricante do(s) motor(es) que indique a sua cilindrada, assim como texto descritivo acerca das modificações executadas nos motores. O total de páginas dedicadas a este anexo não será contabilizado como parte do Relatório de Projeto.

É permitido o uso de bombas e “*muflas*” especiais tipo “pipa de ressonância” ou similares.

É permitido o uso de motores com injeção eletrônica e motores quatro tempos.

### 8.2.2 Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice

Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice são permitidos. A relação de rotação entre motor e hélice pode ser diferente de um para um. As hélices não precisam girar à mesma RPM do motor.

### 8.3 Carga útil

Carga útil (i.e., Carga + Suporte de Carga) é o peso transportado pelo avião. A carga útil total consistirá na soma dos pesos das placas (ou carga) mais o suporte de carga. O peso do avião e o combustível NÃO são considerados como carga útil.

A carga útil deve ser adequadamente fixada no compartimento de carga (ver Seção 6.13) de modo a impedir sua movimentação durante o voo, porém esta não pode contribuir estruturalmente para a estabilidade da estrutura do avião nem fazer parte da estrutura do mesmo. Em outras palavras, não serão aceitas estruturas cuja estabilidade seja auxiliada pelo contato com o suporte de carga ou com a carga útil. Exemplos:

- Estruturas onde a fixação do suporte de carga em qualquer uma das faces do compartimento de carga possibilite que este suporte de carga auxilie na estabilidade estrutural. A princípio, a estrutura deve ser estável e resistir aos esforços de vôo por si só, ou seja, mesmo sem o suporte de carga.
- Estruturas onde a simples colocação da carga (ou do suporte de carga) permita dimensionar uma estrutura com barras de treliça a menos, ou seja, não é permitido que esforços estruturais que normalmente deveriam ser transmitidos pela estrutura da aeronave sejam aplicados e transmitidos pelo suporte de carga.
- Outros casos, mesmo que não citados nestes exemplos, em que a Comissão Técnica julgar que o suporte de carga ou a própria carga estejam contribuindo para suportar os esforços ou estejam contribuindo para a estabilidade da estrutura, serão avaliados caso a caso.

Este item será verificado através das plantas do Relatório de Projeto e principalmente na ocasião da Competição, e caso seja constatado que não esteja sendo cumprido, a equipe deverá fazer as devidas alterações de projeto que julgar necessário, estando sujeita à penalidades cabíveis conforme a Seção 6.9

O mecanismo de travamento do suporte de carga no avião pode fazer parte do suporte carga (ver APÊNDICE 2) ou da própria estrutura do avião. Caso este mecanismo faça parte do suporte de carga este é contabilizado também como carga útil.

A aeronave e a carga/suporte devem ser versáteis o suficiente para que a carga seja colocada na aeronave em no máximo 5 minutos (tempo de referência).

### 8.4 Centro de Gravidade

As aeronaves deverão ter seu centro de gravidade (C.G.) obrigatoriamente identificados na aeronave (limites traseiro e dianteiro) através de adesivos ou qualquer outro meio que a equipe escolher. Sugere-se uma identificação como a seguir:





Os limites para a posição do C.G. devem estar identificados claramente em pelo menos uma das plantas da aeronave (Seção 11.4), preferencialmente nas ‘três vistas’.

A posição do C.G. da aeronave será verificada pelos fiscais da inspeção de segurança (Seção 10.1.3) na própria bancada da equipe e em duas situações:

- Aeronave vazia (compartimento de carga e tanque do combustível vazios)
- Aeronave semi-pronta para voo (compartimento de carga carregado e tanque de combustível vazio).

Em ambas o C.G. deve estar impreterivelmente dentro dos limites especificados no projeto.

## 8.5 Combustível e Tanque de Combustível

Além do combustível padrão, fornecido pela SAE BRASIL (10% de nitrometano), é permitido o uso de combustível com diferentes proporções de nitrometano, desde que este seja um combustível comercial (produzido por uma empresa credenciada para tal. Ex.: Byron) próprio para a prática de modelismo. Nesse caso, deverá ser fornecido pela própria equipe.

O tanque de combustível deve ser acessível para determinar seu conteúdo durante a inspeção e verificar todas as suas conexões.

O combustível pode ser pressurizado por meios normais ou com o uso de bombas.

O tanque de combustível será esvaziado e reabastecido antes de cada voo pelos fiscais da competição.

O abastecimento será total, independente do tamanho do tanque. A ocorrência comprovada de pane seca durante o voo, incorrerá na invalidação do voo.

No caso da utilização de combustível diferente do padrão normalmente adotado na competição, as equipes deverão obrigatoriamente apresentar os seguintes itens:

- Segundo o prazo descrito no APÊNDICE 12, um “descritivo” (uma página) deve ser enviado com a especificação do combustível (Designação, Fabricante, características e/ou composição (% de nitrometano, óleo, etc.)) de maneira que a Comissão tenha como atestar que o mesmo não oferece qualquer risco à competição. Este “descritivo” pode ser enviado via e-mail (ver Seção 6.7) ou ser

anexado ao Relatório de Projeto. Este “descritivo” não conta como página do Relatório.

- A nota fiscal (cópia) ou documento similar, referente à compra do combustível, deverá ser apresentada caso a equipe seja questionada a respeito do combustível adquirido. É recomendável que juntamente com esta nota seja apresentada também a especificação do combustível conforme acima descrito.

Não é permitido o uso de combustíveis misturados sejam estes quais forem. Se constatada qualquer irregularidade com o combustível usado por alguma equipe da Classe Aberta esta poderá ser severamente penalizada ou até desclassificada.

Não é permitido o uso de motores a gasolina.

## **8.6 Eletrônica**

### **8.6.1 Redundância elétrica**

É obrigatório o uso de dois receptores ou alguma outra forma de backup para o rádio.

Os comandos primários de voo devem ser segregados nos dois receptores, de modo a criar uma redundância, aumentando a segurança no caso de uma falha de elétrica em um dos sistemas. A equipe deve demonstrar, matematicamente e/ou com ensaios (conforme o caso), no Relatório de Acompanhamento (Seção 8.10 e APÊNDICE 9) as características de manobrabilidade da aeronave e de cargas e estrutura nas superfícies no caso da pane. Uma simples análise conceitual por meio do número de servos-atuadores não será aceita. Os limites de manobrabilidade estão especificados na Seção A.9.2.2.3 do APÊNDICE 9.

O não cumprimento deste requisito impede a equipe de voar na competição, sendo assim, sugere-se que a equipe esteja atenta aos prazos de envio do Relatório de Acompanhamento (APÊNDICE 12), para que, no caso de informações insuficientes sobre este assunto, a equipe pode ser contatada a tempo de planejar as devidas modificações na aeronave. No caso de grandes modificações serem solicitadas, penalidades poderão ser aplicadas conforme Seção 6.9.

### **8.6.2 Packs de bateria**

Um pack de 1000mAh (1Ah) para cada receptor utilizado é a carga mínima permitida. É permitido o uso de baterias múltiplas desde de que a carga mínima de 1Ah para cada receptor, seja atingida.

Os tipos de baterias permitidas são:

- Níquel Cádmio (NiCd)
- Níquel Metal Hidreto (NiMH)

As baterias poderão ser carregadas a qualquer momento no solo.

Baterias de Lítio Íon Polímero (LiPo) não são permitidas.

Para CADA UM DOS RECEPTORES UTILIZADOS é obrigatória a instalação de um “VoltWatch Receiver Battery Monitor” (ou medidor de tensão on board), de acordo com a Seção 6.12.

Cada pack de bateria deve fazer parte de um circuito independente, ou como já citado, cada receptor deve ter o seu pack independente. Em caso de falha de um receptor ou perda total de carga de um dos packs, a aeronave deve ser capaz de retornar ao solo, mesmo que parcialmente, controlável.

### **8.6.3 Sistemas de controle de voo**

O uso de giroscópios e de qualquer tipo de sistema de controle automático é permitido.

## **8.7 Requisito especial para multi-motores**

Um relatório sobre voo com um dos motores falhado deverá ser enviado por e-mail (ver Seção 6.7) conforme o prazo apresentado no APÊNDICE 12. Deve ter no máximo cinco (5) páginas, detalhando a análise teórica ou pelo menos um teste prático para o caso de perda do motor mais crítico na condição mais crítica de voo. A equipe é responsável por identificar a condição mais crítica, verificar as análises necessárias (considerando a dinâmica da falha e a percepção do piloto), e como o ensaio deve ser executado.

No relatório sobre voo com motor crítico falhado, a equipe deve demonstrar que as superfícies de comando de rolagem e guinada, estão suficientemente dimensionadas para garantir que a aeronave é capaz de voar numa condição de voo que respeite todos os itens descritos na Seção A.9.2.2.4 do APÊNDICE 9:

Aeronaves de mais de um motor somente poderão participar da Competição se este relatório for devidamente enviado.

## **8.8 Vídeo do Voo**

Deverá ser divulgado um vídeo demonstrando claramente que a aeronave em condições normais, ou com todos os motores, é segura, manobrável e capaz de executar ao menos um circuito completo de voo. O voo completo (decolagem, circuito padrão e pouso) precisa ser totalmente filmado (filmagem contínua, livre de edição e de boa qualidade). A aeronave deve ser visível durante todo o voo.

O voo deve obrigatoriamente ser realizado com no mínimo a carga de classificação (Seção 10.2.1), caso contrário o vídeo poderá não ser aceito. Esta carga deve ser demonstrada no vídeo.

O envio do vídeo poderá ser feito das duas formas abaixo, à escolha da equipe:

- As equipes deverão postar o vídeo no site [www.youtube.com](http://www.youtube.com), e deverão enviar um e-mail (Seção 3) à Comissão Técnica contendo o link para o vídeo. É imprescindível que a Comissão seja comunicada por e-mail a respeito da postagem do vídeo (Seção 3). Caso isso não ocorra, não há como saber que o vídeo está no site.

- Envio de um CD contendo o vídeo de voo da aeronave nos formatos indicados na Seção 6.7.

O prazo para apresentação do vídeo de voo é o início da última bateria de classificação. Neste caso específico de apresentação com atraso, a equipe poderá apresentar o vídeo de voo na competição, para um membro da Comissão Técnica (camiseta amarela). Exclusivamente neste caso, será aceito um vídeo não postado na internet, desde que a equipe providencie tudo que for necessário para a exibição do mesmo.

A não apresentação do vídeo impede a aeronave de voar na presença do público (ou seja, durante a Competição de Voo).

## 8.9 Voos de Qualificação

Os aviões da Classe Aberta poderão também ser submetidos a verificações e testes de pré-qualificação para garantir que se encontram seguros para voar durante a Competição, na presença de público e competidores. As equipes serão avisadas com antecedência dos detalhes deste teste. Para efeito de programação, as equipes devem estar preparadas para realizar este teste até a véspera do início da Competição de Voo, ou seja: até na quinta-feira, dia da apresentação dos projetos.

## 8.10 Acompanhamento e Validação de Projetos

Consiste no envio, via e-mail ou via postal (papel ou CD), até o dia especificado no APÊNDICE 12, de um relatório adicional intitulado “Relatório de Acompanhamento”, que deverá esclarecer, detalhadamente, o cumprimento de itens exigidos pela lista de “Requisitos Mínimos de Projeto e Testes – Classe Aberta” mostrado no APÊNDICE 9.

Através deste relatório adicional, exigido posteriormente à data de entrega do Relatório de Projeto, espera-se obter informações complementares com maior quantidade e qualidade, em função do maior amadurecimento dos testes desenvolvidos com as aeronaves, se comparado ao período de preparação daquele relatório.

O conjunto de relatórios e informações apresentados como material de acompanhamento será avaliado e julgado por alguns juizes, que poderão bonificar o trabalho das equipes em até **10 pontos**. O critério de julgamento baseia-se na qualidade e coerência das informações enviadas e no nível de preocupação da equipe com o cumprimento dos requisitos do APÊNDICE 9.

## 8.11 Peso máximo elegível

As aeronaves não poderão ter seu peso total (peso vazio + carga máxima) maior que 35kg. É de responsabilidade da equipe, respeitar este limite máximo. Se, após o voo, for constatado que os valores de peso da aeronave mais a carga transportada ( $PV + CP$ ) excedem este limite, o voo será invalidado.

## 8.12 Distância de Decolagem

O comprimento limite para a distância de decolagem é **50m**. Haverá faixas demarcando o início da decolagem e a distância de limite de 50m. Para dar início à decolagem, as aeronaves serão posicionadas com o trem de pouso principal na faixa inicial. Uma decolagem válida é aquela que a aeronave levanta voo antes da faixa limite de 50m e nenhum componente volta a tocar o solo até o momento do pouso.

O ponto inicial da decolagem será sempre escolhido de forma a garantir a segurança das pessoas presentes no ambiente da competição. Neste caso, a equipe não tem o direito de contestar os fiscais quanto ao sentido de decolagem e posição inicial da corrida.

A decolagem deve ser a mais “suave” possível. O piloto deve manter uma razão de subida “pequena” até que esta esteja afastada da área de público e competidores. Quando longe desta área a aeronave poderá efetivamente “ganhar altitude”.

## 8.13 Pontuação – Classe Aberta

A pontuação de cada bateria é a soma das pontuações  $P_{VOO}$  e  $P_{AC}$  (descritos nas Seções 8.13.1 e 8.13.3) e das bonificações  $B_{PO}$  e  $B_{TV}$  (descritas nas Seções 8.13.4 e 8.13.5) conforme aplicável.

Apenas o voo mais pontuado (pontuação referente a melhor bateria da equipe) será contabilizado na pontuação final.

A contabilização de demais penalidades (atraso na entrega dos rádios (Seção 6.11), escapada lateral (Seção 10.1.6.3), entre outras (APÊNDICE 10)) será feita no cômputo final da pontuação da equipe.

### 8.13.1 Razão de Carga Paga [por bateria de voo]

A pontuação da Classe Aberta atribuída em cada bateria de voo será feita da seguinte maneira:

$$RCP = \frac{CP}{CP + PV}$$

onde:

$RCP$  é a razão de carga paga,  $CP$  é a carga paga (carga útil) em kg e  $PV$  é o peso vazio em kg.

A pontuação será dada por:

$$P_{VOO} = 0,82 \times FPV \times RCP \times CP^{1,7} \times \exp \left\{ - (PV - 5,5)^2 \times \left[ 200 \times \exp \left( - \frac{(PV - 8)^2}{15} \right) \right]^{-1} \right\}$$

onde  $FPV$  é o Fator de Previsão de Peso Vazio, definido na Seção 8.13.2 e  $\exp$  é a função “exponencial” que retorna o valor do neperiano elevado ao valor da entrada

### 8.13.2 Previsão de Peso Vazio [por bateria de voo]

As equipes podem obter um acréscimo de até 20% na pontuação de voo, com base na exatidão da previsão do Peso Vazio da aeronave. Em contrapartida, erros muito altos têm como consequência a redução da pontuação de voo obtida.

Este fator é calculado pela seguinte fórmula, com o Peso Vazio Real e o Peso Vazio Previsto expresso em quilogramas (kg):

$$FPV = 1,2 - 12 \times \text{abs} \left( \frac{PV_{PREVISTO} - PV_{REAL}}{PV_{PREVISTO}} \right)^{2,1}$$

O *FPV* mínimo para a Classe Aberta é de 0,5. Caso o *FPV* calculado pela equipe seja inferior a este valor, o *FPV* usado será o valor mínimo.

É extremamente importante e recomendável que os procedimentos de cálculo utilizados para a determinação do peso vazio, assim como métodos experimentais, sejam detalhados no Relatório de Projeto. Cabe observar que o emprego de processos de engenharia para a definição deste valor são consideravelmente mais valorizados durante a avaliação dos Relatórios se comparados com “meras estimativas”.

O peso vazio previsto deve ser obrigatoriamente apresentado na planta que contém as “três vistas” da aeronave. Este valor DEVE ser também apresentado claramente no Relatório de Projeto. Caso a equipe não informe este dado na planta indicada (ou no Relatório) será automaticamente aplicado o *FPV* mínimo. O valor do Peso Vazio deve obrigatoriamente ser inserido na *Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados (template)* conforme é explicado na Seção 11.3. O não envio do peso vazio da aeronave implica automaticamente na adoção do *FPV* mínimo, citado acima.

Não serão aceitos, sob nenhuma hipótese, correções deste valor após a data de envio dos relatórios. O peso vazio deve ser previsto durante a fase de projeto e deve ser impreterivelmente enviado, na planilha (*template*) citada acima e no Relatório. Somente serão considerados os valores inseridos no CD e no Relatório de Projeto. Caso houver discrepâncias entre os valores, será considerado o valor enviado no *template*.

### 8.13.3 “Acuracidade” [por bateria de voo]

Pontos adicionais serão acrescentados baseando-se na exatidão da previsão de carga útil. A pontuação resultante dessa “acuracidade” é calculada pela seguinte fórmula, com os pesos de carga útil prevista e carga útil real expressos em quilogramas (kg):

$$P_{AC} = 30 - 830 \times \text{abs} \left( \frac{CP_{PREVISTA} - CP_{REAL}}{CP_{PREVISTA}} \right)^{1,75}$$

e desde que a expressão tenha valor positivo. Caso contrário, a pontuação será igual a zero (0).

Sendo:

$P_{AC}$  : Pontuação de “acuracidade”

$CP_{PREVISTA}$  : Carga Paga Prevista (obtida do gráfico de previsão de carga)

$CP_{REAL}$  : Carga Para Real (obtida no voo)

A “acuracidade” será calculada para todos os voos válidos, respeitando as curvas presentes no gráfico de previsão de carga. Ver Seção 11.5.

#### 8.13.4 Distância de pouso até a parada [por bateria de voo]

As equipes que efetuarem um voo válido (ver Seção 10.1.6.5), e efetuarem o pouso e a parada inteiramente dentro de uma distância de 50m, 75m ou 100m delimitados como pista de pouso, receberão uma bonificação conforme a seguir:

$$B_{PO} = 0,15 \times 2^{(4-n)} \times \frac{CP^2}{PV}$$

onde:

$B_{PO}$  = pontos obtidos como bonificação de parada dentro da distância especificada

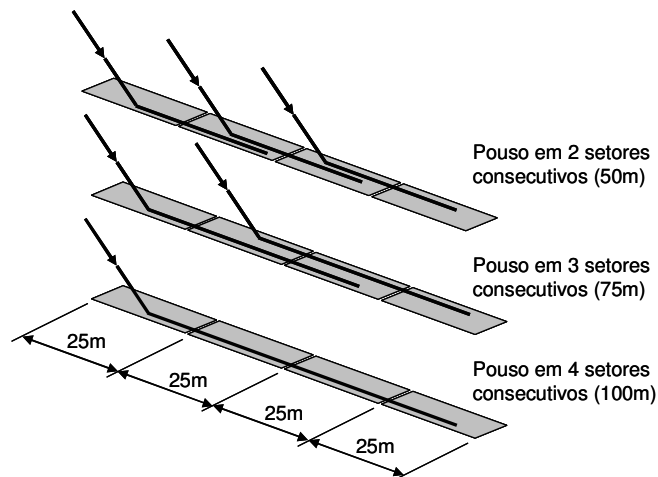
$CP$  = carga paga (kg)

$PV$  = peso vazio (sem combustível) (em kg)

$n$  = número de setores consecutivos usados para pouso. Um pouso em 2 setores consecutivos representa um pouso em até 50m. 3 setores representa um pouso em até 75m e utilizando todos os 4 setores da pista, representa o pouso em 100m. Ao ultrapassar o limite final da pista, não será aplicada nenhuma bonificação. O pouso em um único setor será pontuado da mesma maneira que o pouso em 2 setores. Em outras palavras,  $n$  somente assume os valores 2, 3 ou 4, conforme o caso.

Os pontos considerados na pontuação final obtida pela equipe serão somente aqueles relativos à melhor bateria. Esta bonificação NÃO SERÁ ACUMULATIVA.

Todos os casos onde a pontuação de pouso será aplicada estão ilustrados na figura abaixo:



### 8.13.5 Bonificação por medição do tempo de voo [por bateria de vôo]

Com a intenção de introduzir sistemas eletrônicos embarcados, as equipes da Classe Aberta que optarem por este desenvolvimento, serão bonificadas pelo desenvolvimento de um sistema que seja capaz de medir o tempo de voo da aeronave.

A bonificação por medição do tempo de voo é caracterizada pela precisão na medição do tempo de voo através de um sistema de aquisição embarcado na aeronave, sem nenhum auxílio externo. O sistema de aquisição pode possuir componentes encontrados comercialmente, porém não pode se caracterizar por ser um pacote vendido completo comercialmente. O sistema deve possuir um mostrador (um display analógico ou digital) na aeronave, e este será considerado como referência para a determinação do tempo de voo. Caso verifique-se que a equipe usou de qualquer tipo de auxílio externo para a determinação do tempo de voo, o mesmo será invalidado e a equipe não será mais elegível para esta bonificação. O sistema deve ser parte integrante da aeronave, ou seja, seu peso será computado no peso vazio da aeronave.

Detalhes do sistema, bem como seu princípio de funcionamento, devem ser descritos no relatório de projeto.

A bonificação por medição do tempo de voo será dada pela seguinte relação:

$$B_{TV} = \max \left\{ 0, 20 \times \left[ 1 - \left( \frac{\text{abs}(t_{SAA} - t_{FISCAL})}{10} \right)^{1,5} \right] \right\}$$

onde:

max = função que resulta no máximo entre os dois valores de entrada

$t_{SAA}$  é o tempo de vôo em segundos medido pelo “Sistema de Aquisição da Aeronave”, determinado através da medição do tempo entre a decolagem e o pouso.

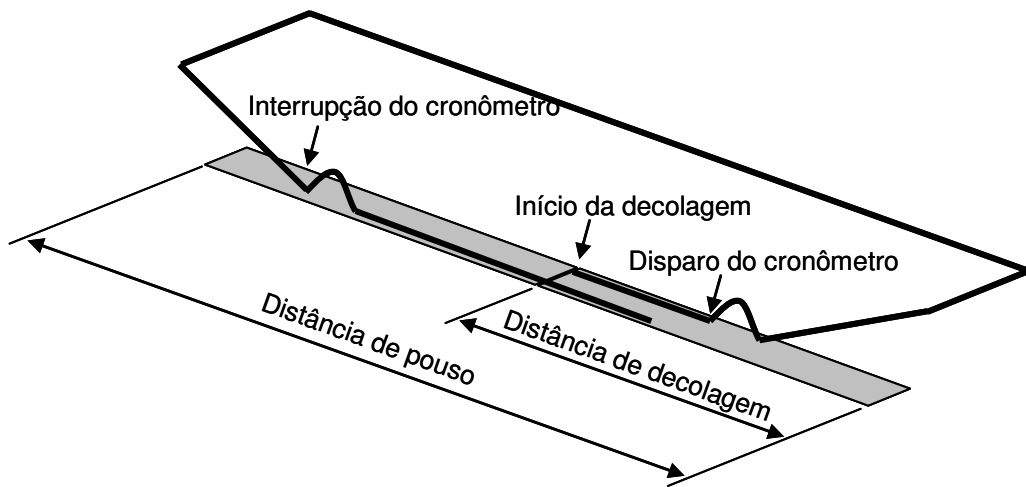
$t_{FISCAL}$  é o tempo oficial de medição, em segundos, medido por fiscais da competição usando um cronômetro simples e uma verificação visual do instante da decolagem e de pouso.

O tempo de voo será contabilizado da decolagem ao pouso, da seguinte maneira:

- Disparo do cronômetro na decolagem → será feito no primeiro instante que o trem principal deixar de ter contato com o solo. Ou seja, mesmo que a aeronave dê alguns “pulos” dentro da distância válida de decolagem (Seção 8.12), será na primeira perda de contato com o solo que os fiscais irão disparar os cronômetros.
- Interrupção do cronômetro no pouso → será feito no primeiro instante que o trem principal tocar o solo. Ou seja, mesmo que a aeronave dê alguns “pulos” dentro da distância válida de pouso (Seção 10.1.6.3), será no primeiro contato com o solo que os fiscais irão parar os cronômetros.

A figura a seguir ilustra estes instantes descritos acima:





## **9. Requisitos – Classe Micro**

### **9.1 Elegibilidade - Membros das equipes**

É limitada a estudantes de graduação em Engenharias ligadas à mobilidade (Seção 6.1), associados à SAE BRASIL. Para cursos diferentes, checar Seção 6.1.

Estudantes que tiverem se formado no semestre letivo imediatamente anterior à competição NÃO são elegíveis a participar. É obrigatório o envio da documentação referente à matrícula do segundo semestre de 2011 até prazo especificado no APÊNDICE 12.

### **9.2 Motor**

#### **9.2.1 Tipo de motor**

Os aviões da Classe Micro podem possuir apenas motores elétricos. A quantidade de motores pode ser maior que um. Qualquer marca de motor pode ser utilizada. Motores a combustão são proibidos.

A Seção 9.5.1 traz requisitos adicionais aos motores elétricos e packs de baterias.

A equipe deverá, necessariamente, incluir, na forma de um anexo ao Relatório de Projeto, a documentação do fabricante do(s) motor(es) que indique suas principais características, assim como texto descritivo acerca das modificações executadas nos motores. O total de páginas dedicadas a este anexo não será contabilizado como parte do Relatório de Projeto.

#### **9.2.2 Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice**

Caixas de transmissão, correias e eixos de hélice são permitidos. A relação de rotação entre motor e hélice pode ser diferente de um para um. As hélices não precisam girar à mesma RPM do motor.

### **9.3 Compartimento de Carga**

#### **9.3.1 Compartimento da carga na aeronave**

A aeronave deverá ter somente um compartimento para o transporte da carga. O compartimento deve obrigatoriamente possuir a forma de um paralelepípedo, com dimensões determinadas pela equipe de forma a atender as proporções entre arestas de 1,0 x 1,75 x 3,0.

Exemplo: Caso a equipe opte por um bloco com dimensão mínima de 50 mm, as outras dimensões devem possuir no mínimo 87,5 e 150 mm, respectivamente.

As dimensões adotadas pela equipe, bem como o volume do compartimento deverão obrigatoriamente ser informadas no Relatório de Projeto em pelo menos uma das plantas.

O compartimento de carga deve ser acessível e o sistema de carga totalmente visível para verificação da fixação da carga durante a inspeção de segurança.

Quando o avião estiver pronto para voar, o compartimento deverá estar totalmente fechado, com a carga inserida no compartimento. Em outras palavras, o escoamento de ar não deve entrar em contato com a carga, ou seja, toda e qualquer geometria que defina a forma aerodinâmica da aeronave deverá fazer parte da aeronave, contabilizando como peso da aeronave, e não carga útil. Caso no instante da pesagem for constatado que a carga útil (toda a carga a ser pesada) possui componentes externos, o voo será invalidado e a equipe poderá fazer as devidas alterações mediante penalidades previstas segundo a Seção 6.9 sobre alterações de projeto.

É de responsabilidade da equipe fornecer o paralelepípedo padrão a ser utilizado na verificação das dimensões do compartimento de carga. O paralelepípedo padrão deve ser rígido, confeccionado em madeira (MDF) ou material de similar rigidez, garantindo que as paredes sejam isentas de deformações. No caso de variação de dimensão ao longo da face do bloco, serão consideradas as medidas de menor valor.

Caso o paralelepípedo medido não obedeça simultaneamente às proporções indicadas acima, vale a dimensão que determine o **maior** paralelepípedo de proporções 1,0 x 1,75 x 3,0 contido no paralelepípedo medido.

Exemplo: Paralelepípedo com as dimensões: 103 x 174 x 290 mm

Para manter a proporção de 1,0 x 1,75 x 3,0, o paralelepípedo deveria ter **103** x 180,3 x 309 mm ou 99,4 x **174** x 298,3 mm, ou 96,7 x 169,2 x **290** mm.

Assim sendo, o **maior** paralelepípedo de proporções 1,0 x 1,75 x 3,0 contido no paralelepípedo medido é o determinado pela 3ª aresta: 96,7 x 169,2 x 290 mm.

Para a verificação do volume do compartimento, após cada voo válido o suporte com a carga será retirado e o paralelepípedo será inserido no compartimento de carga, que deverá ser fechado completamente (com todos os dispositivos de fixação) para verificação. Não poderá haver interferências de nenhum elemento com o volume delimitado pelo compartimento, i.e., com o bloco de madeira.

Atenção: Para a inserção do bloco de madeira no espaço interno delimitado pelo compartimento não deve ser necessária a mínima aplicação de força.

Caso o bloco de madeira não entre no compartimento de carga, a equipe terá apenas o voo invalidado, e poderá fazer as modificações necessárias no avião, obedecendo aos procedimentos de modificação de projeto e sujeita às penalidades cabíveis e outras restrições da competição (ordem de voo, regras para qualificação, etc.).

O suporte de carga poderá ser menor que o compartimento de tal forma a permitir o posicionamento deste para eventual ajuste do centro de gravidade, entretanto a distribuição da carga por sobre o suporte deve seguir os requisitos definidos na Seção 9.3.2, a seguir.

### 9.3.2 Carga e Suporte de Carga

Carga útil (i.e., Carga + Suporte de Carga) é o peso transportado pelo avião. A carga útil total consistirá na soma dos pesos das placas (ou carga) mais o suporte de carga. O peso do avião NÃO é considerado como carga útil.

A carga útil deve ser adequadamente fixada no compartimento de carga (ver Seção 6.13) de modo a impedir sua movimentação durante o voo, porém esta não pode contribuir estruturalmente para a estabilidade da estrutura do avião nem fazer parte da estrutura do mesmo. Em outras palavras, não serão aceitas estruturas cuja estabilidade seja auxiliada pelo contato com o suporte de carga ou com a carga útil. Exemplos:

- Estruturas onde a fixação do suporte de carga em qualquer uma das faces do compartimento de carga possibilite que este suporte de carga auxilie na estabilidade estrutural. A princípio, a estrutura deve ser estável e resistir aos esforços de vôo por si só, ou seja, mesmo sem o suporte de carga.
- Estruturas onde a simples colocação da carga (ou do suporte de carga) permita dimensionar uma estrutura com barras de treliça a menos, ou seja, não é permitido que esforços estruturais que normalmente deveriam ser transmitidos pela estrutura da aeronave sejam aplicados e transmitidos pelo suporte de carga.
- Outros casos, mesmo que não citados nestes exemplos, em que a Comissão Técnica julgar que o suporte de carga ou a própria carga estejam contribuindo para suportar os esforços ou estejam contribuindo para a estabilidade da estrutura, serão avaliados caso a caso.

Este item será verificado através das plantas do Relatório de Projeto e principalmente na ocasião da Competição, e caso seja constatado que não esteja sendo cumprido, a equipe deverá fazer as devidas alterações de projeto que julgar necessário, estando sujeita à penalidades cabíveis conforme a Seção 6.9

O mecanismo de travamento do suporte de carga no avião pode fazer parte do suporte carga (ver APÊNDICE 2) ou da própria estrutura do avião. Caso este mecanismo faça parte do suporte de carga este é contabilizado também como carga útil.

A carga útil deve ficar inteiramente dentro do compartimento de carga e a porta do compartimento de carga deve fazer parte do avião, e não da carga. Ao mesmo tempo, o dispositivo (ou mecanismo) de abertura da porta deve fazer parte do avião, e não da carga, ou seja, a porta (ou carenagem) não pode ser travada ou fixada no suporte de carga mas sim na estrutura da aeronave. Ver APÊNDICE 2.

É responsabilidade das equipes providenciar sua própria carga. A verificação do peso carregado será feita após cada voo válido, na presença dos fiscais. O avião que não permitir a retirada do suporte para pesagem não terá este peso incluído na carga útil.

## 9.4 Requisitos de transporte e montagem

A aeronave deve ser projetada de tal forma que, quando desmontada, caiba em uma caixa em formato paralelepípedo, e que seja facilmente transportada por no máximo uma pessoa.

A embalagem de transporte deve conter todas as peças da aeronave necessárias para a realização de um voo, incluindo o rádio, baterias e receptor.

A aeronave também deve ser projetada de forma que, a partir da caixa de transporte, apenas duas pessoas sejam capazes de montá-la rapidamente. A aeronave deve ser montada na configuração de decolagem e estar totalmente operacional, exceto pela instalação da bateria.

Este requisito de montagem é obrigatório, todas as equipes deverão cumpri-lo. Às equipes que não se apresentarem para a verificação deste requisito serão penalizadas de acordo com o APÊNDICE 10.

As equipes serão bonificadas [bonificação única] pelo tempo de montagem, caso este seja menor que 3 minutos, conforme equação abaixo.

$$B_{MO} = \max \left\{ 0, 20 \times \left[ 1 - \left( \frac{t}{180} \right)^5 \right] \right\}$$

onde:

max = função que resulta no máximo entre os dois valores de entrada

$t$  é o tempo de montagem em segundos. Caso após a montagem, depois dos cronômetros terem sido parados, os fiscais notarem que a aeronave não está em condição de voo, ou seja falta a montagem de algum componente, a equipe poderá continuar a montagem de onde parou, e os fiscais vão cronometrar a montagem deste novo componente. O tempo a ser computado na equação acima será a soma de todos os tempos medidos acrescidos de uma penalidade de 10 segundos para cada parada realizada.

### 9.4.1 Especificações da caixa de transporte da aeronave

A caixa de transporte deve possuir volume interno de no máximo 0,175m<sup>3</sup>. Esta caixa é definida como sendo um paralelepípedo, cujos lados devem ser ortogonais entre si, e as medidas de Comprimento ( $L$ ), Largura ( $W$ ) e Altura ( $H$ ) devem corresponder às dimensões internas da caixa.

Recomenda-se que internamente a caixa seja acolchoada com espuma (ou material similar) para proteção da aeronave e possuir paredes de separação (divisórias) ou cavidades, para acomodar suas peças (ou partes da aeronave). A aeronave DEVE estar adequadamente acondicionada e protegida para o transporte.

A caixa deve ter no máximo uma alça de transporte. A localização será determinada a critério da equipe.

Pode ser feita de material leve, porém suficientemente durável para resistir o desgaste do dia-a-dia e resistente o suficiente para não deixar seu conteúdo cair para fora da caixa.

O projeto de acesso ao conteúdo da caixa fica a critério da equipe.

A caixa deve ser confeccionada pela equipe e suas paredes devem ser isentas de deformações ou ser mais planas quanto possível. As medidas internas consideradas serão as de maior valor, ou as que determinarem o maior volume.

#### **9.4.2 Requisitos específicos do sistema de propulsão**

A bateria do propulsor deve possuir um local próprio dentro da caixa de transporte da aeronave, i.e., a bateria NÃO poderá estar pré-instalada na aeronave. A bateria do sistema de comando de voo pode ser pré-instalada na aeronave, conforme a posição definida em projeto. Se a equipe escolher não pré-instalar a bateria do sistema de comando de voo, deverá incluí-la na caixa de transporte, em seu local próprio, devidamente identificado com uma etiqueta ou de modo similar. Durante a demonstração de montagem, a bateria do sistema de propulsão não será instalada por razões de segurança.

### **9.5 Eletrônica**

#### **9.5.1 Pack de bateria**

Não é exigida corrente mínima da bateria, porém seu dimensionamento deve ser feito de forma a atender às cargas requeridas pelos sistemas elétricos de forma segura e com margem.

O dimensionamento da bateria, assim como diagrama elétrico e dimensionamentos elétricos devem obrigatoriamente estar demonstrados no Relatório de Projeto.

As baterias poderão ser carregadas a qualquer momento no solo desde que respeitadas as normas de segurança para cada tipo.

Os tipos de baterias permitidas são:

- Níquel Cádmio (NiCd)
- Níquel Metal Hidreto (NiMH)
- Lítio Íon Polímero (LiPo): esta última possui severas recomendações de segurança. Risco de explosões ou flamabilidade principalmente durante o processo de carregamento ou sob temperatura mais alta (50°C (possível temperatura no interior da aeronave sob Sol forte)).

#### **Importante:**

As aeronaves NÃO poderão usar sistemas com *Battery Eliminator Circuit*, que permite o uso de um único pack de bateria para alimentar o motor e sistemas elétricos.

O motor elétrico deve obrigatoriamente ser alimentado por uma bateria dedicada, diferente da bateria do sistema elétrico. Na ocorrência de “pane seca” (esgotamento da carga da bateria do motor), o voo será invalidado.

Para detalhes sobre a instalação elétrica de extensões fabricadas pela própria equipe veja a Seção 6.18.

### **9.5.2 Sistemas de controle de voo**

O uso de giroscópios e de qualquer tipo de sistema de controle automático é permitido.

## **9.6 Vídeo de Voo (bônus) e Voos de Qualificação**

Com o objetivo de incentivar as equipes a testarem exaustivamente as suas aeronaves e treinarem os pilotos, as equipes que enviarem um vídeo completo do voo (filmagem contínua, livre de edição e de boa qualidade), dentro do prazo estabelecido no APÊNDICE 12, serão bonificadas em até 15 pontos.

Atenção: o valor da bonificação será função não somente da qualidade técnica do vídeo, mas também da possibilidade de visualização das características de voo da aeronave bem como das informações adicionais enviadas no vídeo como por exemplo, peso da carga transportada no voo, etc. O envio do vídeo não garante uma bonificação automática de 15 pontos. O vídeo será analisado por juízes designados os quais decidirão o valor da bonificação. A nota desta bonificação é final, não cabendo protestos referentes a esta.

O envio do vídeo poderá ser feito das duas formas abaixo, à escolha da equipe:

- As equipes deverão postar o vídeo no site [www.youtube.com](http://www.youtube.com), e deverão enviar um e-mail (Seção 3) à Comissão Técnica contendo o link para o vídeo. A data do post do vídeo no site será contabilizada para fins de bonificação. É imprescindível que a Comissão seja comunicada por e-mail a respeito da postagem do vídeo (Seção 3). Caso isso não ocorra, não há como saber que o vídeo está no site.
- Envio de um CD contendo o vídeo de voo da aeronave nos formatos indicados na Seção 6.7. A data do carimbo de postagem no correio será contabilizada para fins de bonificação.

Voos de qualificação em São José dos Campos, na véspera da competição, não são requeridos para aeronaves da Classe Micro, entretanto algumas equipes que não tenham enviado o vídeo acima citado, poderão ser solicitadas a enviar vídeos demonstrativos de um voo completo (circuito de voo padrão) a critério da Comissão Técnica. Em caso do não cumprimento desta solicitação, a equipe será penalizada em até cinco (5) pontos e poderá não ser autorizada a voar no ambiente da competição. A demonstração deste voo poderá ser feita no máximo até o dia das apresentações orais (ver APÊNDICE 12) sendo que o vídeo deverá ser entregue a um membro da Comissão Técnica (camisa amarela) até este mesmo dia.

## 9.7 Decolagem

Dois métodos de decolagem são permitidos às equipes Micro conforme descrito nas seções 9.7.1 e 9.7.2.

A equipe poderá optar por operar a sua aeronave de diferentes formas. A opção escolhida pela equipe deve vir claramente descrita em seu relatório de projeto e deve ser uma das listadas a seguir:

- Somente decolagem na pista: as equipes poderão optar por soluções de projeto de maneira a otimizar a aeronave para decolar na pista em todas as baterias de voo (Seção 9.7.1)
- Somente lançamento à mão livre: as equipes poderão optar por soluções de projeto de maneira a otimizar a aeronave para decolar a partir de um lançamento à mão livre em todas as baterias de voo (Seção 9.7.1)
- Multi-missão (os dois métodos de decolagem): as equipes poderão optar por soluções de projeto que permita operar pelos dois métodos. Neste caso, as equipes poderão, durante a competição, escolher como decolar em cada bateria de voo. As equipes que fizerem esta opção deverão projetar a aeronave de maneira que seja capaz de operar nas duas situações sem modificação de configuração, ou seja, não são permitidas troca de peças com forma ou estrutura diferentes para operação em cada método de decolagem. Mesmo sendo permitida a operação pelos dois métodos, apenas uma curva de previsão de carga é aceita.

### 9.7.1 Decolagem na pista

O comprimento limite para a distância de decolagem é de 25m. Haverá faixas demarcando o início da decolagem e a distância limite de 25m. Para dar início à decolagem, as aeronaves serão posicionadas com o trem de pouso principal na faixa inicial. Uma decolagem válida é aquela que a aeronave levanta voo antes da faixa limite de 25m e nenhum componente dela volta a tocar o solo (até o momento do pouso após completar o circuito de voo).

O ponto inicial da decolagem será sempre escolhido de forma a garantir a segurança das pessoas presentes no ambiente da competição. Neste caso, a equipe não tem o direito de contestar os fiscais quanto ao sentido de decolagem e posição inicial da corrida.

A decolagem deve ser a mais “suave” possível. O piloto deve manter uma razão de subida “pequena” até que esta esteja afastada da área de público e competidores. Quando longe desta área a aeronave poderá efetivamente “ganhar altitude”.

### 9.7.2 Lançamento à mão livre

O lançamento deverá ser feito por uma única pessoa, à mão livre e sem ajuda de equipamentos auxiliares que não pertençam à aeronave. O movimento para lançamento deverá ser longitudinal, na direção de voo da aeronave. Não são aceitos movimentos giratórios, de modo a se aproveitar de força centrífuga.



Não é permitido o uso de elásticos, molas ou qualquer outro tipo de equipamento que, mesmo fazendo parte da aeronave, proporcione propulsão extra, além do lançamento a mão livre.

Haverá uma demarcação, no centro da pista, em formato retangular, de 1m x 2m, com a dimensão maior alinhada com a pista de decolagem da Seção 9.7.1. Uma pessoa deverá fazer um lançamento à mão livre sem pisar fora do retângulo de lançamento sob risco de ter o lançamento invalidado pelo membro da Comissão Técnica (camisa amarela) presente na pista. Tocar as linhas com uma pequena parte dos pés é permitido, desde que seja considerado um toque involuntário. A decisão da Comissão é indiscutível e irrevogável.

A aeronave deverá ser lançada na direção da pista, podendo escolher o sentido mais conveniente em relação ao vento.

O piloto deverá manter a hélice parada e somente poderá acelerar após o lançamento, de maneira a evitar que uma hélice em alta rotação possa provocar cortes ou outros ferimentos na pessoa que fizer o lançamento. O lançador deverá obrigatoriamente utilizar óculos de proteção, os quais não serão fornecidos pela Comissão Técnica da competição e, portanto, devem ser providenciados pela própria equipe. Outros equipamentos de proteção são permitidos e recomendados.

Após o lançamento, a aeronave deverá ser capaz de manter voo nivelado. Não será permitido um voo inteiramente descendente, e caso ocorra, o voo será invalidado.

Mais esclarecimentos podem ser encontrados na Seção 10.1.6.1.2. Se houver dúvidas quanto ao lançamento, e que possam influenciar o projeto da aeronave, é recomendável entrar em contato com a Comissão Técnica (Seção 4.4) para que a mesma preste eventuais esclarecimentos.

## **9.8 Pontuação – Classe Micro**

A pontuação de cada bateria é a soma das pontuações  $P_{VOO}$  e  $P_{AC}$  (descritos nas Seções 9.8.1 e 9.8.3)

Apenas o voo mais pontuado (pontuação referente a melhor bateria da equipe) será contabilizado na pontuação final.

A contabilização de demais penalidades (atraso na entrega dos rádios (Seção 6.11), escapada lateral (Seção 10.1.6.3), entre outras (APÊNDICE 10)) será feita no cômputo final da pontuação da equipe.

### **9.8.1 Razão de Carga Paga [por bateria de voo]**

Os aviões da Classe Micro serão pontuados da seguinte maneira:

$$RCP = \frac{CP}{CP + PV}$$

onde:

$RCP$  é a razão de carga paga

$CP$  é a carga paga (carga útil) – em kg

$PV$  é o peso vazio – em kg

A pontuação será dada por:

$$P_{VOO} = FDC \times 100 \times RCP \times (2,3 - PV) \times \left(1,2 - \frac{0,3}{CP}\right)$$

Onde  $FDC$  é o Fator de Dimensão do Compartimento de Carga, explicado em 9.8.2.

**Observação:** Para a Classe Micro, o peso vazio ( $PV$ ) será medido com as baterias instaladas na aeronave. Estas não podem ser removidas para a pesagem da aeronave vazia.

### 9.8.2 Fator de Dimensão do Compartimento de Carga

A pontuação de voo será multiplicada por um fator determinado pela dimensão do compartimento de carga ( $FDC$ ), obtido através da equação:

$$FDC = 0,90 + 335 \times D^{2,1} - 405 \times D^{2,23}$$

Onde:  $D$  (em metros) da dimensão da menor aresta do paralelepípedo padrão, ou seja, a de proporção 1, obtido em função dos valores medido e teórico, conforme a relação de equações abaixo.

O erro entre a medida da menor aresta é calculado como:

$$D_{MEDIDO} = \min\left(D_1, \frac{D_2}{1,75}, \frac{D_3}{3,0}\right)$$

$$erro_D = \text{abs}(D_{TEÓRICO} - D_{MEDIDO})$$

onde:

$\min$  é uma função que retorna o valor mínimo entre todas as entradas.

$\text{abs}$  é uma função que retorna o valor absoluto da entrada.

$D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$  são as arestas de proporções 1; 1,75 e 3,0; respectivamente.

$D_{TEÓRICO}$  é o valor da aresta de proporção 1 no projeto.

$D_{MEDIDO}$  é o valor da aresta de proporção 1 no bloco construído pela equipe.

O valor de  $D$  a ser usado no cálculo do  $FDC$  é:

- Se  $erro_D \leq 0,001\text{m}$  então  $D = D_{TEÓRICO}$
- Se  $erro_D > 0,001\text{m}$  então  $D = \min(D_{TEÓRICO}, D_{MEDIDO} + 0,001)$

### 9.8.3 “Acuracidade” [por bateria de voo]

Pontos adicionais serão acrescentados baseando-se na exatidão da previsão de carga útil. A pontuação resultante dessa “acuracidade” é calculada pela seguinte fórmula, com os pesos de carga útil prevista e carga útil real expressos em quilogramas (kg):

$$P_{AC} = 30 - 830 \times \text{abs} \left( \frac{CP_{PREVISTA} - CP_{REAL}}{CP_{PREVISTA}} \right)^{1,75}$$

e desde que a expressão tenha valor positivo. Caso contrário, a pontuação será igual a zero (0).

Sendo:

$P_{AC}$  : Pontuação de “acuracidade”

$CP_{PREVISTA}$  : Carga Paga Prevista (obtida do gráfico de previsão de carga)

$CP_{REAL}$  : Carga Para Real (obtida no voo)

A “acuracidade” será calculada para todos os voos válidos, respeitando as curvas presentes no gráfico de previsão de carga. Ver Seção 11.5.

### 9.8.4 Bonificação por volume da caixa de transporte [bonificação única]

A Seção 9.4.1 define os requisitos das caixas de transporte aceitas na competição. Contudo, a equipe será bonificada quanto menor a caixa de transporte projetada.

Esta bonificação será calculada conforme a equação abaixo, e será contabilizada uma única vez ao longo da competição.

$$B_{VC} = \max \left\{ 0, 30 \times \left[ 1 - \left( \frac{V_C}{0.125} \right)^{0,5} \right] \right\}$$

onde:

max = função que resulta no máximo entre os dois valores de entrada

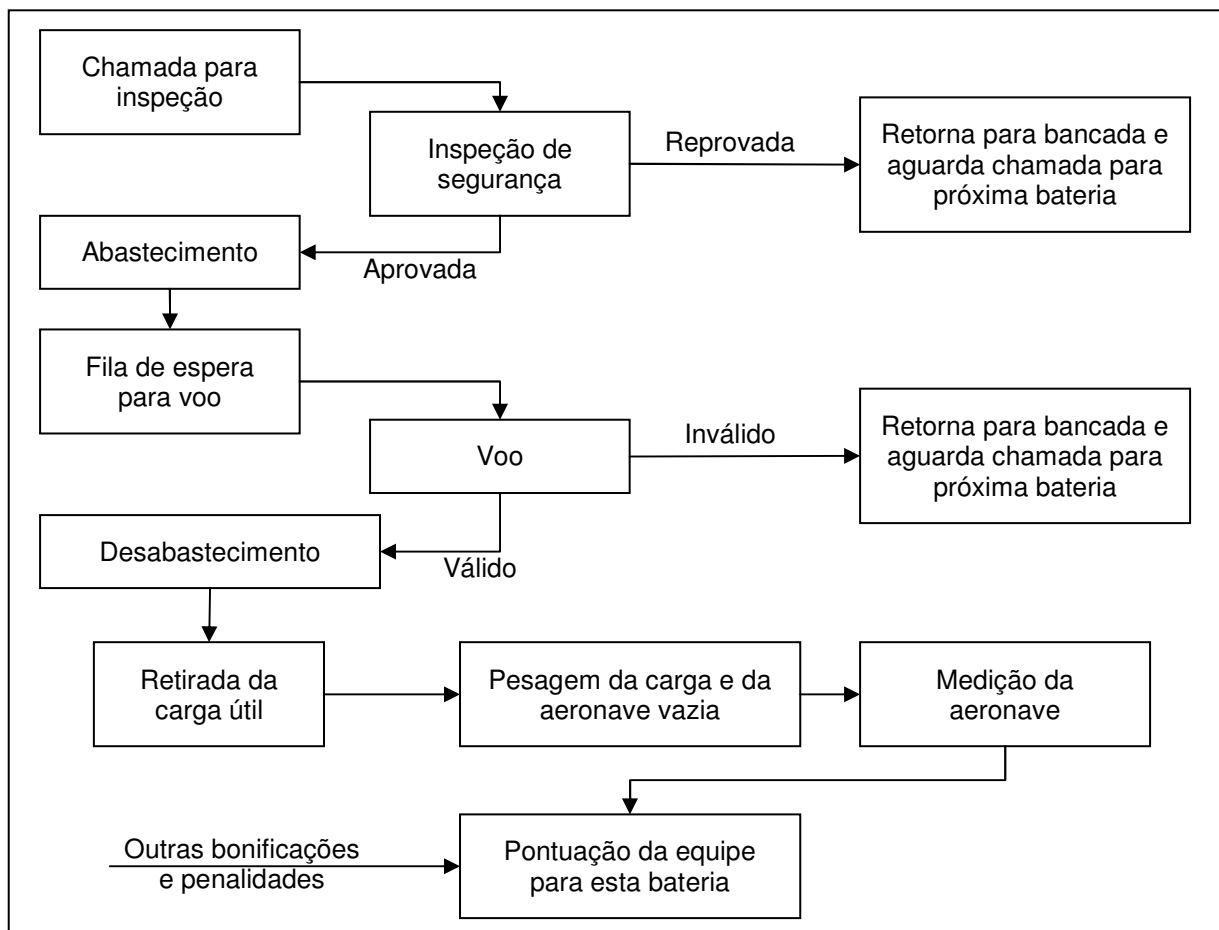
$V_C$  é o volume interno da caixa de transporte em  $m^3$

## 10. Requisitos de Missão – Todas as Classes

### 10.1 Competição de Voo

A fim de participar da Competição de Voo, a equipe deve ter cumprido todos os requisitos da competição de projeto e ter voado previamente o avião. A equipe deverá entregar no primeiro dia do evento, durante a recepção das equipes, uma declaração feita pelo professor orientador da equipe, assinada também pelo diretor da escola (ou representante), atestando que o avião, na condição em que foi levado para a competição (após qualquer reparo significativo que tenha sido feito) voou previamente à competição (ver APÊNDICE 8). Não será aceita declaração feita por membros da equipe ou outros alunos.

A Competição de Voo é organizada conforme o diagrama abaixo, em que cada bloco é explicado nos itens que se seguem.



### 10.1.1 Bancadas das equipes

Durante todo o período da competição de vôo, as equipes ficarão alocadas na “Tenda das Equipes”. Nessa tenda cada equipe terá direito a apenas uma bancada de trabalho. Mesmo que a equipe possua mais de um avião, as bancadas estão limitadas a somente uma por equipe. Nas bancadas, as equipes poderão executar qualquer tipo de tarefa que precisarem. É responsabilidade da equipe manter sua bancada e as proximidades limpas. Restos de materiais, peças e etc., não podem em hipótese alguma ser deixados no chão. Sacos de lixo serão fornecidos às equipes. Tudo isso faz parte de uma campanha que se iniciou em 2010 contra o chamado FOD (ou *Foreign Object Damage*). A presença destes objetos estranhos (FOD’s) na pista ou pátio de operações das aeronaves podem causar sérios danos nos motores das aeronaves devido à ingestão destes objetos estranhos. Pelo fato da Competição ser realizada em um pátio de aeroporto, é de extrema importância que as equipes se conscientizem deste fato.

### 10.1.2 Chamada para inspeção

As equipes serão chamadas da seguinte maneira:

- Para as três (3) primeiras baterias, que são de classificação (ver Seção 10.2.1), as equipes serão chamadas na ordem direta de pontuação, ou seja, o 1º colocado é chamado primeiro, em seguida o 2º colocado, e assim por diante até o último colocado.
- Para as baterias de competição, (ver Seção 10.2.2), as equipes serão chamadas na ordem inversa de pontuação, ou seja, o último colocado é chamado primeiro, em seguida o penúltimo, e assim por diante até o 1º colocado.

Para a ordem de colocação das equipes, são consideradas sempre as notas mais atualizadas no instante em que a chamada para uma bateria se inicia:

1ª bateria (classificação): ordem direta das notas de projeto

2ª bateria (classificação): ordem direta das notas de projeto

3ª bateria (classificação): ordem direta das notas de projeto

4ª bateria (competição): ordem inversa das de projeto

5ª bateria (competição): ordem inversa das notas atualizadas até a 3ª bateria

E assim por diante...

As equipes serão chamadas três (3) vezes para se apresentarem para a inspeção de segurança, com intervalos de 5 minutos entre cada chamada. Passados os 5 minutos da última chamada (15 minutos desde a primeira chamada), a equipe está automaticamente fora desta bateria, e terá que aguardar a próxima.

Não serão abertas exceções com relação à ordem de chamada das equipes.

NOTA: É de responsabilidade da equipe, ficar atenta para o chamado de preparação para voo.

### 10.1.3 Inspeções de Segurança

O avião deverá passar pela inspeção de segurança antes de cada voo. A inspeção de segurança não penaliza em pontos, mas pode impedir a equipe de voar.

- Classe Micro: as equipes deverão se apresentar para a inspeção com a carga devidamente montada e segura.
- Classe Aberta: as equipes deverão se apresentar para a inspeção sem a carga, e carregá-la na inspeção, para executar o procedimento descrito nas Seções 8.3 e 8.4
- Classe Regular: as equipes deverão se apresentar para a inspeção com o compartimento de carga vazio, para executar o procedimento descrito nas Seções 7.5.1 e 7.5.2

Nas Classes Regular e Micro, somente dois (2) integrantes da equipe + piloto poderão estar presentes na inspeção (caso o piloto não faça parte da equipe). Caso o piloto faça parte da equipe, não serão aceitos três (3) integrantes. As equipes da Classe Aberta receberão os fiscais da segurança em sua própria bancada.

Não será permitido o uso da balança da Competição sob nenhuma circunstância. A balança será de uso exclusivo dos fiscais. Não é adequado do ponto de vista operacional abrir exceções a nenhuma equipe.

A inspeção de segurança será dividida em duas partes:

- Pré-inspeção: as equipes vão se apresentar, colocar a aeronave sobre a bancada de inspeção e não poderão tocar na aeronave enquanto o fiscal faz a pré-inspeção visualmente. A intenção desta pré-inspeção é garantir que a aeronave se apresenta em um estado mínimo necessário para ingressar na inspeção propriamente dita. Caso a aeronave não seja aprovada na pré-inspeção, deverá retornar à sua bancada e se preparar para a próxima bateria.
- Inspeção: itens mais complexos de serem verificados serão checados, e caso necessário, correções indicadas pelos fiscais poderão ser realizadas. O não cumprimento dos itens de segurança impede a aeronave de voar. Caso sejam necessários reparos muito grandes na aeronave, e os fiscais prevejam que a equipe levará muito tempo na inspeção (muito a mais do que a média, comparativamente às outras equipes), poderá ser decidido que a equipe retorne à sua bancada e se prepare para a próxima bateria. Como esse tipo de previsão é difícil de se fazer, o julgamento dos fiscais será tomado como palavra final, e não poderá ser questionado por nenhuma equipe. É recomendável nestes casos que o fiscal consulte um membro da Comissão Técnica antes de retornar a equipe para a sua bancada.

Somente membros da Comissão Técnica (camisa amarela) poderão tomar a decisão de reprovar uma aeronave na inspeção de segurança. Os fiscais (camisa cinza) só podem reprovar aeronaves na pré-inspeção.

Conforme o andamento da competição, a Comissão Técnica poderá optar por ser mais maleável com o tempo de inspeção da ultima bateria de classificação. Em todas as

demais baterias, o objetivo é cumprir com os critérios especificados acima com o máximo rigor possível.

No documento “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011” será disponibilizada uma cópia da ficha de inspeção de segurança onde poderão ser verificados os itens que compõem as fases de pré-inspeção e inspeção. Sugere-se que as equipes adotem esta ficha para uso próprio, a fim de fazerem seu próprio check em sua mesa, e comparecerem à inspeção preparadas e prontas para voo.

O documento “Manual de Boas Práticas de Segurança – SAE AeroDesign 2011”, a ser liberado oportunamente, irá conter uma série de recomendações e soluções de segurança conhecidas e que poderão ser aprovadas com mais facilidade na inspeção de segurança.

A avaliação de segurança constituirá dos itens presentes no *check-list* de segurança, porém outros itens poderão ser também verificados conforme o caso. Se os fiscais julgarem que o avião não está seguro para voo, em função do não cumprimento dos itens do *check-list* o voo poderá não ser autorizado até que todos os itens exigidos sejam contemplados.

**É proibido:**

- Hélice de metal.
- Hélice que tenha sido reparada.
- Motor montado impropriamente.
- Arestas cortantes ou pontiagudas.
- “*Spinner*” ou prendedor de hélice pontiagudo
- Lastro ou peça pesada sujeita a alijamento.
- Lastros compostos de pequenos elementos de chumbo (chumbos de pesca ou similares). Tais elementos são caracterizados como FOD, sendo seu uso expressamente vetado na área onde se realiza a competição.
- Equipamento de rádio que não esteja protegido contra vibrações e ou interferências.
- Instalar a antena do receptor em contato direto com peças de fibra de carbono.
- Folgas ou elasticidade excessiva nos comandos. Esses são motivos suficientes para o impedimento de voo.
- Mesmo usando motores elétricos, é proibido às aeronaves da Classe Micro fazer giro de motor na tenda de inspeção de segurança. Haverá um local apropriado para isso, conforme Seção 10.4.1

Quando uma equipe é reprovada na inspeção, e após a correção dos problemas em sua bancada ao se apresentar em uma bateria posterior, deverá mostrar ao fiscal de segurança a modificação ou reparo feito.

#### **10.1.4 Abastecimento**

Depois de ser aprovada na inspeção de segurança, a aeronave será levada para o abastecimento.

Para as equipes das Classe Aberta que utilizarem combustível próprio, ler o item 10.1.4.1, logo a seguir.

Para as equipes das Classes Aberta que optarem por utilizar o combustível fornecido pela SAE, e também para todas as equipes da classe Regular, o combustível já estará disponível no local da competição, não havendo mais responsabilidades por parte da equipe.

Nas edições anteriores da competição, o combustível fornecido pela SAE foi da marca Byron com 10% de nitrometano, por ser considerado de alta qualidade. Esta marca será a primeira opção da Comissão Técnica, e só não será utilizada caso não haja disponibilidade no mercado, ou se financeiramente não seja possível arcar com o custo deste combustível.

##### **10.1.4.1 Entrega de combustível especial durante a competição**

As equipes de Classe Aberta deverão entregar na barraca de abastecimento, TODOS os galões lacrados (ou como foram comprados) que serão utilizados na Competição de Voo. Estes galões deverão estar identificados com o número e o nome da equipe, bem como o da Instituição a que esta equipe pertence. Esta identificação não pode ser colada sobre o rótulo que identifica o tipo de combustível.

O abastecimento e o desabastecimento poderão ser feitos pela própria equipe usando sua própria bomba e sob a supervisão de um fiscal habilitado. NÃO É PERMITIDO QUE A EQUIPE ABASTEÇA OU DESABASTEÇA SEM O ACOMPANHAMENTO DE UM FISCAL.

No caso do abastecimento ou desabastecimento ser feito por um fiscal (deve-se usar somente a bomba da Equipe) é altamente recomendado que a equipe acompanhe atentamente este processo com o intuito de auxiliar o fiscal de abastecimento quando necessário.

#### **10.1.5 Fila de espera para voo**

Nesta fase, as equipes ficarão enfileiradas, esperando para voar. A ordem da fila será determinada de acordo com a ordem das equipes que encerrarem as fases anteriores (inspeção e abastecimento).

Nesta fase, as equipes não podem mais trabalhar na aeronave.

Devido às alterações atmosféricas (pressão e temperatura), durante a permanência das equipes na fila, estas poderão modificar a carga carregada, para se ajustar melhor às condições próximas ao momento do voo. Contudo, algumas condições são necessárias para a revisão da carga enquanto na fila de voo:

- A revisão de carga não pode ser realizada sem a supervisão de um fiscal



- Deve haver pelo menos três (3) equipes à sua frente (excluindo-se a que já está na pista para voar)
- Conforme a fila prosseguir, se chegar a vez da equipe que está revendo a carga, e ela não estiver pronta, automaticamente essa equipe estará eliminada da bateria, e deverá retornar para sua bancada e aguardar a chamada para a bateria seguinte.

As equipes devem seguir as orientações expressas dos fiscais e principalmente dos membros da Comissão Técnica (camisas amarelas) durante a sua permanência na fila de voo. Somente um membro da Comissão pode interferir na ordem desta fila.

## 10.1.6 Voo

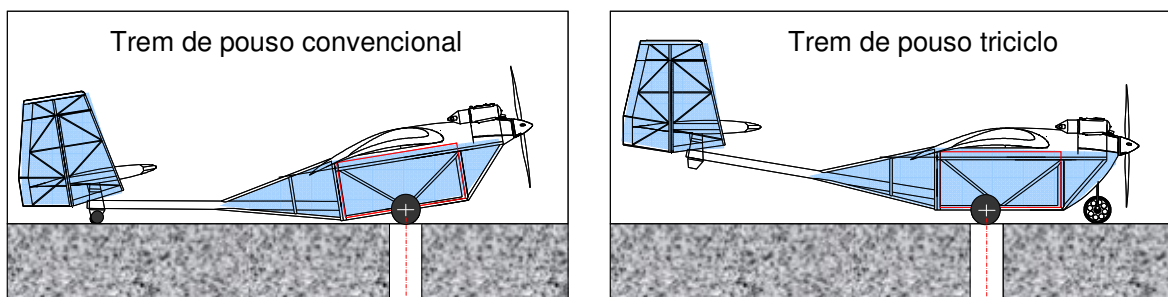
### 10.1.6.1 Decolagem válida

#### 10.1.6.1.1 Decolagem na pista

Cada equipe da Classe Regular e Micro (que optarem pela decolagem na pista) terá 3 minutos e da Classe Aberta 5 minutos para a decolagem a partir da sua chamada da fila de espera para a pista. Dentro do tempo regulamentado para cada categoria, a equipe poderá fazer até 3 (três) tentativas de decolagem. Se a equipe não estiver pronta para o voo quando solicitada perderá a sua vez, tendo que esperar até a próxima bateria para voar. Eventuais interrupções poderão acontecer (aeronaves em operação no aeroporto) fazendo com que a tentativa seja interrompida. Uma nova contagem será iniciada após a liberação da pista.

Os aviões deverão alçar voo em uma região da pista demarcada de acordo com sua categoria (ver Seção 7.10 para Classe Regular, 8.12 para Classe Aberta e 9.7 para Classe Micro) A largura da pista é em geral de 10m; porém maiores detalhes serão efetivamente mostrados no documento “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011” e na ocasião da competição.

A posição inicial do avião é com o trem de pouso principal na marca da linha de partida na pista conforme mostrado na figura abaixo para cada configuração de trem de pouso.



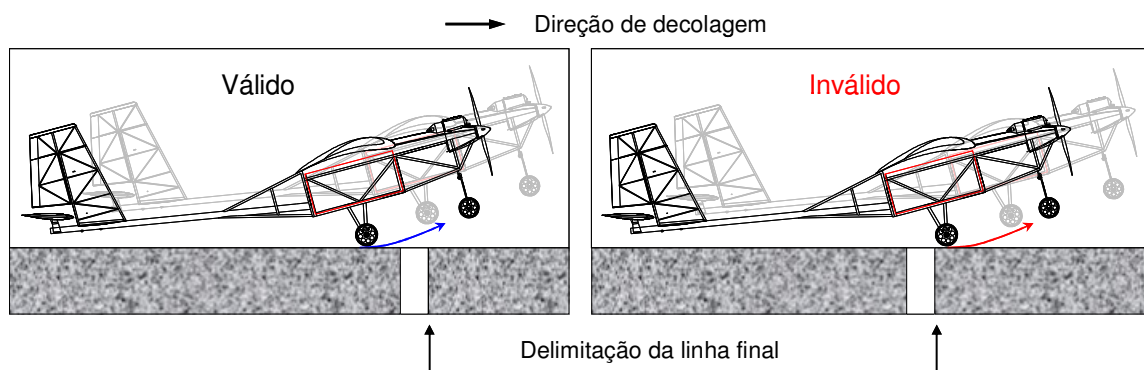
O centro da roda do trem principal deve ser posicionado no centro da faixa

O avião deve decolar dentro da distância máxima definida ou a tentativa é invalidada.

As linhas de decolagem serão demarcadas pelos juízes de pista da Comissão Técnica. Estas linhas são as linhas oficiais de demarcação para decolagem, independentemente

de terem precisamente as distâncias das Seções 7.10, 8.12 e 9.7. A largura da faixa é a zona de incerteza.

As figuras abaixo mostram as rodas do trem de pouso no último instante de toque com o solo e após o avião ter decolado completamente (sendo sustentado pelas asas). A faixa branca representa o limite de decolagem. O voo é considerado válido se a aeronave claramente estiver no ar antes da faixa. Caso a aeronave não decole até o limite da distância (figura da direita) o voo é considerado inválido.



**Observação:** As aeronaves em geral, decolando próximas ao seu limite máximo, podem após a decolagem passar rente à grama durante a subida. Este acontecimento pode eventualmente não invalidar o voo desde que durante esta passagem baixa a aeronave visivelmente não toque o solo ou tenha sua atitude ou direção modificada em função deste toque. Quando a aeronave somente “lambe” a grama esta o faz em geral sem a mínima variação de sua trajetória de voo. A decisão sobre a validação ou não do voo, caberá exclusivamente aos Juízes de Pista (de amarelo) ou membros da Comissão Técnica (camisas amarelas) que tenham presenciado o fato.

Se o avião indicar em voo que não tem controlabilidade adequada ou que tenha problemas estruturais ele pode ser proibido de voar nas baterias seguintes.

#### 10.1.6.1.2 Lançamento válido com a mão [somente Classe Micro]

Cada equipe da Classe Micro que optar pelo lançamento a mão terá 3 minutos para se posicionar no centro do retângulo de lançamento no sentido que for mais conveniente, conforme Seção 9.7.2.

O piloto deve acelerar a aeronave imediatamente após o lançamento. Enquanto a aeronave está na mão do lançador, é permitido acelerar apenas para verificação do estado do motor, mas durante o ato do lançamento, é proibido acelerar a aeronave. Ainda assim, para garantir a segurança, é obrigatório o uso de EPI (equipamento de proteção individual) por parte do lançador, mais especificamente os óculos de proteção.

A aeronave deverá demonstrar que é capaz de manter voo nivelado. Para isso, após o lançamento, o piloto deverá manter voo em frente (na direção do lançamento) sobre a pista até a marca de 50m (da pista de decolagem das classes Regular e Aberta). Ao cruzar a marca de 50m, o piloto estará autorizado a iniciar uma curva, dando continuidade ao circuito padrão de 360° (Seção 10.1.6.2).

Caso após o lançamento a aeronave não consiga manter a altitude e toque o solo com qualquer componente, o voo será invalidado, mesmo que ela recupere a altitude logo em seguida. Caso a aeronave perca altitude e “pouse logo em frente”, se ainda restar tempo, novas tentativas de lançamento serão permitidas, respeitando um total de três (3) tentativas.

Maiores detalhes sobre o procedimento de lançamento e sobrevôo da faixa de 50m serão efetivamente mostrados no documento “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011” e na ocasião da competição, no *briefing* com todos os pilotos antes da primeira bateria da competição.

### **10.1.6.2 Trecho no ar – circuito padrão**

A aeronave, decolando dentro da distância máxima ou lançada com a mão, no caso da Micro, deve fazer pelo menos uma volta de 360 graus e em seguida pousar.

Não há limite de quantas voltas o avião poderá dar antes de pousar, desde que não haja pane seca e nem desrespeite o espaço aéreo definido antes da competição.

Nota: O espaço aéreo disponível será aquele regulamentado pelo documento “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011” e é baseado em normas de segurança para voo de “aeromodelos”. Estes deverão ser rigorosamente respeitados. O voo fora dos limites definidos poderá acarretar na desclassificação da equipe. A definição do “*box de voo*” poderá ser vista nos “Procedimentos Operacionais” e será também feita durante o “*briefing*” antes da Competição de Voo.

### **10.1.6.3 Pouso válido**

O avião deve pousar dentro da área destinada como zona de pouso com 100 metros de comprimento. Toques e arremetidas não serão permitidos. Uma queda invalida a tentativa. Um pouso válido é definido como toque dentro dos 100 metros demarcados, rolagem e parada (sem limite de comprimento). A largura permitida para o toque, corrida e parada será mostrada no documento “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011” e também na ocasião da competição. O toque inicial do avião no solo precisa ser dentro da área designada para pouso, mas a rolagem até a parada poderá ser além dos limites da pista. Caso o avião ultrapasse o limite longitudinal da área de pouso, ele deve fazê-lo rolando, ou seja, com no mínimo uma das rodas do trem de pouso principal tocando o solo.

“Zig-zagues”, “cavalos de pau”, e pousos oscilantes (pousos tipo “Boeing” ou em pulos) são permitidos, porém não recomendados.

O critério para avaliar se o pouso foi válido (ou dentro da área demarcada), é definido como:

- Se após a parada, o C.G. do avião estiver dentro da área definida, o voo é válido.
- Se após a parada, o C.G. do avião estiver fora da área definida, o voo não será válido.

Os fiscais de pista julgarão com base neste critério. A palavra do fiscal deve ser final e irrevogável. Em casos considerados mais críticos é recomendável consultar os membros da Comissão Técnica de forma a se definir por uma decisão final.

Quando a aeronave sair da pista lateralmente, a equipe terá a opção de validar o voo, recebendo uma penalidade de 20 pontos. Essa penalidade é acumulativa, e será aplicada cada vez que a equipe optar por validar um voo com “escapada lateral”. Ou seja, uma equipe que desejar validar dois voos que escaparam lateralmente no pouso, será penalizada em 40 pontos. Essa opção por validar o voo recebendo a penalidade é de responsabilidade da equipe, ou seja, a equipe deve avisar o fiscal de suas intenções, caso contrário o fiscal considerará o voo inválido (opção padrão para as equipes que não se manifestarem). Essa opção só é válida para escapadas laterais no pouso, não sendo válida sob nenhuma hipótese na decolagem.

#### **10.1.6.4 Condição do avião após o pouso**

O avião deve decolar e aterrissar com todas as partes para receber os pontos da tentativa. Todas as partes deverão permanecer fixas no avião para uma aterrissagem válida, exceto a hélice que pode ser quebrada pelo contato com o solo. O avião deve pousar com as mesmas partes que decolou, portanto não sendo permitido descarte de partes na decolagem ou em qualquer outro momento do voo. Peças rompidas ou quebradas, mesmo que permaneçam unidas à aeronave, invalidam o voo, ou seja, elementos que se quebram totalmente e que por meio de cabos permanecem “unidos” a estrutura da aeronave, NÃO GARANTEM A VALIDAÇÃO DO VOO.

A soltura ou quebra de uma roda (inteira ou em parte), de um eixo ou de qualquer peça que possua uma função e que descaracterize a aeronave original ou que não possibilite (ou afete) um voo posterior sem a necessidade de reparo invalida aquele voo. Não serão aceitas discussões acerca da possibilidade de voo posterior sem quaisquer dos elementos quais se enquadram na citação acima. Por exemplo: um “pneu furado” (ou “*o-ring*” solto), é considerado item “*no-go*” para uma próxima decolagem, pois afeta a segurança durante a corrida e conseqüentemente, deve ser reparado.

“Portas” do compartimento de carga que se desprendem da aeronave, invalidam o voo.

Por outro lado, lascas de madeira (de ponta de asa por exemplo), pequenos pedaços de revestimento (Ex.: *Monokote*<sup>®</sup>) ou qualquer outro pequeno elemento que definitivamente não descaracterize e/ou comprometa a integridade estrutural da aeronave e ainda não afete a segurança para um próximo voo, poderão não ser considerados elementos passíveis de invalidar o voo. Cabos de estaiamento rompidos, desde que unidos à aeronave, podem não invalidar o voo. A palavra final sobre a invalidação do voo ou não, em uma situação desta natureza, será sempre de um membro da Comissão Técnica (camisas amarelas). Pode ser um Juiz de Pista ou Juiz próximo ao evento ocorrido. Esta decisão é final e irrevogável.

Deformações nos trens de pouso são permitidas desde que, logo após a parada e sem que um membro da equipe toque na aeronave, esta possa ser rolada facilmente por um fiscal (ou membro da Comissão Técnica) ao longo de pelo menos dois metros. Caso este rolamento seja possível sem arrastar a aeronave sobre o solo, o voo poderá ser considerado válido. Caso a aeronave apresente as rodas deformadas ou rompidas

impedindo o rolamento sobre o solo, o voo será invalidado. O rolamento não necessariamente precisa ser feito em linha reta, porém não se pode arrastar ou aplicar força para executar este rolamento. Reiteramos que a perda de “*o-ring's*” invalida o voo.

Após a parada completa do avião, o capitão da equipe (ou representante que estiver na área de preparação para voo), não poderá ultrapassar a área delimitada para voo até que o avião tenha parado completamente. Após a parada completa, o capitão da equipe não poderá ficar a menos de 2 metros do avião até que o fiscal de pista tenha chegado ao avião e vistoriado a integridade do mesmo. Se esta regra não for obedecida, o voo será invalidado.

#### **10.1.6.5 Voo Padrão (voo totalmente válido)**

Um voo será considerado válido quando a decolagem for válida (Seção 10.1.6.1), o circuito padrão for realizado (Seção 10.1.6.2), o pouso for válido (Seção 10.1.6.3) e as condições do avião após o pouso estiverem de acordo com a Seção 10.1.6.4.

#### **10.1.7 Desabastecimento**

Todas as equipes, independentemente de efetuarem voo válido, deverão desabastecer o combustível da aeronave imediatamente após o voo.

A retirada do combustível para a pesagem e determinação do fator *EE* poderá ser feita pela equipe, mas **SOMENTE COM O ACOMPANHAMENTO DO FISCAL RESPONSÁVEL PELA AERONAVE. É PROIBIDA A RETIRADA DE COMBUSTÍVEL SEM O DEVIDO ACOMPANHAMENTO.** Este procedimento busca facilitar a logística da competição evitando que a aeronave retorne à barraca de abastecimento para retirada do combustível bem como o manuseio de combustível em áreas não reservadas para tal.

#### **10.1.8 Retirada da carga útil**

A equipe deverá remover a carga da aeronave para pesagem.

NOTA: abrir o compartimento de carga do avião sem a autorização de um dos juízes invalidará o voo.

Para a Classe Regular ver Seção 7.11.6 a respeito de bonificações. Para as demais classes, a carga será removida sem marcação de tempo.

#### **10.1.9 Processo de Pesagem**

Os aviões das Classes Aberta, Regular e Micro farão a pesagem da aeronave vazia e da carga útil.

Voos invalidados não poderão fazer a pesagem. Eventualmente a Comissão Técnica poderá solicitar a pesagem de um voo não validado para compor o banco de dados utilizado durante a elaboração de novas regras.

A nenhuma equipe será concedida autorização para efetuar a pesagem da aeronave e/ou a pesagem da carga, fora da seqüência normal da bateria.

### **10.1.10 Verificação Dimensional e Compartimento de Carga**

Os aviões da Classe Regular e Micro que tiverem seus voos válidos poderão ser novamente submetidos ao processo de verificação dimensional conforme descrito nas Seções 7.2.1 e 7.2.2 (Classe Regular), e 9.4.1 (Classe Micro).

O compartimento de carga (Classe Regular e Micro) também terá sua dimensão, ou volume, verificados através de um o bloco de madeira usado para esta verificação. Ver Seções 7.6.3 (Classe Regular) e 9.3.1.

É de responsabilidade das equipes garantirem que as dimensões externas e internas da aeronave estejam de acordo com o projeto e com este Regulamento, para que não sejam aplicadas penalidades e invalidações de voo, conforme o caso e a Classe em que a equipe compete.

Eventualmente a Comissão Técnica poderá solicitar a medição de um voo não validado para compor o banco de dados utilizado durante a elaboração de novas regras.

## **10.2 Estrutura da competição e baterias de voo**

A Competição de Voo é estruturada em baterias, em que cada bateria corresponde a uma tentativa que cada equipe terá de voar. As baterias são divididas em baterias de classificação e de competição, conforme a seguir.

### **10.2.1 Baterias de Classificação**

As aeronaves, durante as baterias de classificação, devem carregar uma massa de no mínimo 4,0 kg (Classe Regular) ou 10,0 kg (Classe Aberta). Para a Classe Micro, a carga mínima deve ser igual ao peso vazio da aeronave (com as baterias instaladas).

Não são permitidos vôos com cargas abaixo das classificatórias em cada categoria. Caso, após um voo válido, a carga pesada for menor que a de classificação a equipe será penalizada conforme APÊNDICE 10.

Este voo de classificação que poderá ser realizado em qualquer uma das três baterias de classificação do 1º dia (ou até 2º dia) de Competição de Voo será eliminatório, ou seja, as equipes terão no máximo três chances sendo que as já classificadas em uma destas três chances somente voltam a voar nas baterias de competição. Após as três baterias de classificação, no(s) dias posterior(es) (determinados pelo número de equipes restantes) os voos serão dedicados somente às baterias de competição.

Caso não seja possível fazer as três baterias de classificação no primeiro dia de competição, estas serão finalizadas até no máximo ao final do segundo dia de voo. O terceiro dia será somente dedicado às baterias de competição onde só estarão elegíveis de participar as equipes classificadas em uma das três baterias de classificação. O ideal é que as baterias de classificação ocupem no máximo 50% do tempo da Competição de Voo, ou seja, um dia e meio. Cada equipe terá no máximo três chances para se classificar. Não conseguindo em nenhuma destas três chances,

esta não poderá continuar na competição. Caso consiga se classificar já na primeira bateria de classificação, esta equipe somente voltará a voar na quarta bateria (ou primeira bateria de competição). O mesmo vale para as que se classificarem na segunda bateria de classificação, ou seja, estas não voarão na terceira bateria de classificação. Estas três baterias de classificação são dedicadas exclusivamente para proporcionar as equipes, no máximo três chances efetivas de se classificarem.

O voo de classificação será pontuado.

### **10.2.2 Baterias de Competição**

Somente aeronaves classificadas poderão voar nas baterias de competição.

Voos de demonstração de qualquer natureza, mesmo sendo de equipes que não classificaram, não estão previstos devido ao grande número de equipes participantes. A intenção é de se realizar o maior número de baterias possível.

Conforme o tempo disponível para o fim da competição, uma bateria final com os primeiros colocados poderá ser realizada.

### **10.2.3 Bateria Final (primeiros colocados)**

Nem sempre é possível a execução de baterias completas nem de todas as categorias ao fim da competição, ou seja, com todas as equipes classificadas. Desta forma para se garantir a máxima competitividade entre as equipes que se encontram na liderança, poderá haver uma bateria entre os finalistas. O número de equipes admitidas nesta bateria será determinado pelos organizadores da competição baseado nos pontos acumulados de forma que nenhuma equipe com chance de ganhar a competição tenha sido deixada de lado.

Contudo, não existe garantia por parte da Comissão Técnica do evento, que esta bateria seja realizada. O tempo disponível para o final da prova será o critério usado para essa tomada de decisão. Maiores detalhes sobre este item consultar o documento “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011”.

## **10.3 Alterações e Reparos**

O projeto original do avião como apresentado na Competição do Projeto pode ser reparado durante o curso da competição. No entanto, o avião deverá chegar ao final com suas partes originais (ou substituídas por peças de reposição idênticas às originais), com exceção da hélice, motor, servos, rádios e componentes do trem de aterrissagem que podem ser substituídos ou trocados a qualquer hora.

Os motores dos cinco primeiros colocados na Competição (Classe Regular) serão desmontados, revisados e verificados quanto a alterações a qualquer momento durante a competição ou após a competição.

As peças substituídas, mencionadas acima, devem ser idênticas àquelas originais, exceto para a hélice. Qualquer alteração em relação ao projeto original deve ser informada como indicado na Seção 6.9.

Para a Classe Aberta é expressamente proibido o reparo em peças ou conjuntos de estruturas primárias tais como:

- Longarina de asa
- Boom ou cone de cauda da fuselagem
- Longarina da empenagem horizontal
- Entre outros, conforme a aeronave.

Em caso de quebra a aeronave somente terá sua participação novamente autorizada se a peça ou conjunto for substituído por outro idêntico e após a aeronave ser minuciosamente verificada. O coordenador dos fiscais de segurança DEVERÁ ser informado quando da substituição ou reparo de qualquer componente da aeronave. A não informação poderá resultar em severa penalidade a equipe.

Alterações poderão ser feitas somente com a permissão dos juízes para atender às mudanças requisitadas por eles durante a inspeção de segurança.

**Nota 1:** Qualquer alteração (devido a reparo ou não) em relação ao projeto original deve ser declarada, autorizada e eventualmente estará sujeita às penalidades determinadas pelos juízes.

**Nota 2:** Aeronaves da Classe Aberta aprovadas no “Processo de Validação e Acompanhamento de Projetos” não poderão ter peças estruturais primárias modificadas sob nenhuma circunstância exceto se a modificação tenha sido solicitada ou aprovada por um Juiz da Competição e/ou Fiscal de Segurança experiente na Classe Aberta.

Ex.: uma longarina ou uma caixa de torção de uma asa não pode ter seu projeto modificado sem que tenha sido solicitado, ou sem uma autorização prévia de um Juiz da Competição.

O uso e adição de material de revestimento, fita adesiva, cola, pequenos parafusos ou rebites e componentes (ou reforços) estruturais internos para reparo não são considerados alterações de projeto.

A substituição de peças idênticas às originais para qualquer parte do avião será permitida. Portanto é permitido à equipe levar avião reserva.

## **10.4 Testes em local específico**

### **10.4.1 Amaciamento e giro dos motores**

Não será fornecido combustível para voos de teste nem para amaciamento dos motores. As equipes deverão usar seu próprio combustível. Na competição, haverá uma área demarcada para tal fim. Mais informações sobre esta área poderão ser encontradas no documento “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011”.

As equipes, quando forem amaciar os motores, deverão ter sempre em mente a preocupação com segurança, de modo a manter as direções tangentes à hélice livres,



ou seja, sem apontar para nenhuma pessoa. O não cumprimento dessa exigência caracteriza uma situação de risco e poderá resultar em advertências e/ou penalidades.

Os motores da classe Micro, mesmo sendo elétricos, deverão também ser testados no mesmo local apropriado.

## 10.5 Pontuação

A divulgação preliminar da pontuação será feita na ocasião da cerimônia de premiação, no último dia da competição. A pontuação final será divulgada através do site da SAE BRASIL na Internet, e enviada às equipes, até 10 dias após a competição.

A pontuação geral será calculada como segue:

$$\text{Total de pontos} = \sum \left\{ \begin{array}{l} + \text{Pontos da competição de projeto} \\ + \text{Pontos da melhor bateria de vôo} \\ + \text{Bônus aplicáveis} \\ - \text{Penalidades} \end{array} \right.$$

### 10.5.1 Competição de Projeto

A Competição de Projeto será pontuada de acordo com os seguintes critérios:

- Relatório, Plantas, Gráfico de carga útil: máximo de 185 pontos
- Apresentação Oral: máximo de 35 pontos

### 10.5.2 Competição de Voo

As seções correspondentes às pontuações aplicáveis a cada classe são:

- Classe Regular: ver Seção 7.11
- Classe Aberta: ver Seção 8.13
- Classe Micro: ver Seção 9.8

Em cada uma dessas seções, existem subseções para cada tipo de pontuação. Algumas destas subseções estão classificadas em dois tipos (conforme detalhado no título de cada uma):

- **[por bateria de voo]** – São pontuações não cumulativas. Isso significa que cada bateria terá sua própria pontuação. A pontuação usada na classificação final é da melhor bateria, ou seja, aquela que somar mais pontos.
- **[bonificação única]** – São bonificações atribuídas uma única vez ao longo da competição e que serão somadas à nota final

### 10.5.3 Penalidades

Algumas penalidades previstas são apresentadas nas tabelas do APÊNDICE 10, porém conforme o caso, outras penalidades poderão ocorrer.

## 10.6 Conduta Geral e Segurança

Na eventualidade de conduta não desportiva, a equipe poderá receber inicialmente uma advertência verbal ou por escrito por parte da Comissão Técnica. Uma segunda violação poderá resultar em severa penalidade ou até na desclassificação da equipe.

Os organizadores, juízes ou fiscais poderão proibir qualquer voo de qualquer avião considerado inseguro, até que estas condições sejam alteradas e o avião tenha sido minuciosamente re-inspecionado pelos juízes ou fiscais.

As regras de segurança para a Competição de Voo serão expostas a todos os participantes ao longo de todo ano e antes do início da Competição. No entanto, qualquer atitude que for considerada pelos organizadores como não segura, mesmo que não prevista nas regras de segurança, será passível de penalidade conforme APÊNDICE 10.

Quanto aos aspectos operacionais, como já citado anteriormente, a Comissão Técnica e Organizadora está elaborando o documento denominado: “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011” no qual a priori serão inseridos os seguintes itens, não necessariamente nesta ordem:

- Aspectos importantes referentes à competição de projeto.
- Procedimentos iniciais da Competição de Voo.
- Descrição dos procedimentos utilizados durante a Competição de Voo.
  - Verificações dimensionais
  - Retirada rápida de carga
  - Pesagem da carga e da aeronave vazia
  - Entre outros
- Aspectos importantes quanto ao Layout
- Regras de Circulação das Aeronaves
- Pontuação parcial e final
- Entre outros...

A violação deliberada de qualquer regra de segurança poderá resultar na eliminação imediata da equipe.

Discussão ou desobediência a qualquer juiz poderá resultar em advertência ou até na eliminação da equipe. Membros da Comissão Técnica encontram-se preparados e a disposição para resolução de qualquer dúvida (ou problema) que por ventura esteja sendo vivenciado por alguma equipe (ou componente de equipe).

Cabe sempre lembrar que todos os Juízes e Fiscais são voluntários e estão se dedicando com afinco para garantir uma competição de sucesso para TODOS os envolvidos: Equipes, Patrocinadores, Público, etc. Contamos com a colaboração de todos para garantir o sucesso da 13ª Competição SAE AeroDesign.

Aos organizadores da competição fica reservado o direito de alterar a programação, bem como interpretar as regras da competição, a qualquer momento através do seu próprio julgamento visando melhoria na eficiência e na operacionalização do evento ou segurança na competição. Esperamos a compreensão de todos se isto se fizer necessário.

### **Avisos Importantes:**

**NÃO será permitido, em hipótese alguma, FUMAR nas áreas comuns da competição** em virtude dos riscos à segurança e problemas à saúde que o fumo pode causar. Os fumantes devem procurar as áreas RESERVADAS A FUMANTES. Tais áreas virão indicadas no layout da Competição. Ver “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011”. Cabe lembrar que a praça de alimentação também é considerada uma área da Competição.

**Não será permitida a ingestão de qualquer BEBIDA ALCOÓLICA ou qualquer produto químico ilegal** no ambiente da Competição. Esta regra é válida durante toda a Competição, em qualquer etapa. Qualquer violação desta regra poderá implicar na expulsão imediata de todos os membros das equipes de uma mesma escola, não apenas da equipe que violou. Isto se aplica aos membros das equipes e coordenadores da escola. A Comissão Técnica do AeroDesign pede que todos colaborem neste sentido.

Entende-se como ambiente da Competição todo e qualquer local do Layout definido para o AeroDesign (o qual é demonstrado no “Procedimentos Operacionais – SAE AeroDesign 2011”) bem como em todo o CTA (que é uma área militar). Toda a comemoração (associada ao consumo de bebidas alcoólicas) é “permitida” desde que seja feita em locais apropriados, fora do ambiente da Competição e, preferencialmente em horários que não interferem com a Competição.

A Comissão Técnica pede parcimônia no uso de equipamentos sonoros, pois caso tais equipamentos sejam muito potentes, estes podem afetar a capacidade de entendimento das equipes aos avisos importantes ou nas chamadas para as baterias. O uso de sistemas de menor porte tipo “*micro systems*” (nível de potência sonora de até 70 dB) é permitido, desde que não impeça as equipes em torno, de ouvir as chamadas feitas pelo som da Competição.

## 11. Relatório e Apresentação – Todas as Classes

A Competição SAE AeroDesign é dividida em duas partes:

- Competição de Projeto
- Competição de Voo

A Competição de Voo, detalhadamente descrita no capítulo anterior (Capítulo 10), avalia a capacidade real da aeronave construída.

Na Competição de Projeto, a equipe apresentará seu projeto justificando as decisões tomadas e os cálculos utilizados para o projeto da aeronave e a previsão da máxima carga útil que poderá ser carregada durante os voos. Esta parte da competição precede a Competição de Voo.

### 11.1 Competição de Projeto

A Competição de Projeto é dividida em quatro partes:

- Relatório Técnico de Projeto
- Plantas e Desenhos Técnicos
- Previsão da Carga Útil (Gráfico)
- Apresentação Oral

A pontuação total para a competição de projeto será de 220 pontos.

Deste total, **185 pontos serão destinados à avaliação do relatório**, plantas e gráfico de carga útil. A pontuação será subdividida por área de concentração da seguinte maneira:

- Projeto e Plantas: 40 pontos (30 + 10: projeto e plantas)
- Cargas & Estruturas: 35 pontos (30 + 5: relatório e plantas)
- Aerodinâmica: 30 pontos
- Desempenho: 30 pontos (25 + 5: relatório e gráfico)
- Estabilidade e Controle: 30 pontos
- Projeto Elétrico: 20 pontos

O conteúdo e qualidade do relatório, plantas e gráfico serão avaliados dentro destas pontuações. A criatividade e inovação também serão avaliadas coerentemente dentro de cada uma destas disciplinas.

**A Apresentação Oral valerá 35 pontos.**

As notas mínimas para o Relatório de Projeto e Apresentação Oral é zero. Ou seja, se porventura, as penalidades aplicadas a certa equipe resultarem em pontuação negativa, a mesma será corrigida para zero.

## 11.2 Relatório Técnico de Projeto

### 11.2.1 Envio do Relatório

Cada equipe deve submeter cinco (5) cópias do Relatório de Projeto e um CD com a cópia eletrônica deste Relatório (em “pdf”, ver Seção 6.7), detalhando a metodologia, cálculos e resultados do projeto para o endereço descrito na Seção 3.

O relatório pode conter:

- Descrição e/ou demonstração das soluções adotadas pela equipe para se definir pela configuração escolhida para a aeronave. É interessante que o Projeto Conceitual e Preliminar sejam muito bem fundamentados. Processos de otimização multidisciplinar para definição da melhor aeronave dentro da regra, são incentivados pelos juízes que avaliam esta disciplina.
- Descrição coerentemente detalhada da metodologia de cálculo e de análise dos esforços atuantes na estrutura da aeronave ou cálculo de cargas, para o posterior e correto desenvolvimento do cálculo estrutural da aeronave.
- Métodos e os resultados da análise de desempenho, cálculo de estabilidade e controle, e cálculos aerodinâmicos do avião.
- Descrição detalhada para a carga útil máxima a ser carregada em função da altitude-densidade. Esta descrição será complementada por um gráfico representando a carga útil máxima prevista em função da altitude-densidade (ver Seção 11.5).
- Descrição detalhada referente ao projeto elétrico desenvolvido pela equipe e análise de cargas elétricas pelos servos atuadores das superfícies de comando.
- Qualquer análise estática ou dinâmica realizada (testes ou ensaios).
- Qualquer idéia inovadora ou original do projeto.
- Análises das cargas e efeitos do lançamento à mão (classe micro) caso seja de interesse da equipe.

Não devem ser incluídas instruções de construção no Relatório de Projeto.

A maneira de se fabricar a aeronave pode ser visualmente explicada nas plantas.

Descrições de técnicas inovadoras ou únicas de fabricação da aeronave e do uso de materiais de alta tecnologia poderão ser incluídas.

Em relação ao envio do CD contendo uma cópia adicional de relatório em “pdf” este deve obrigatoriamente ser enviado juntamente com os Relatórios (na mesma remessa). Arquivos adicionais podem ser gravados no CD se a equipe assim o desejar, porém estes NÃO farão parte do processo de avaliação. Esses arquivos adicionais podem ser relatos históricos, fotos, filmagens e detalhes do dia-a-dia do projeto, construção e testes da aeronave e componentes. Esses arquivos servem de auxílio a Comissão Técnica da competição para tomar conhecimento das dificuldades e progressos das equipes visando a elaboração de novas regras.

No caso das equipes internacionais, o relatório COMPLETO (com plantas e gráfico) DEVE ser enviado via e-mail. Para estas equipes não é obrigatório o envio do CD na mesma remessa dos relatórios. Ver observação importante abaixo (Seção 11.2.1.2).

Sugere-se também que dentro da embalagem dos relatórios seja incluída uma cópia do comprovante de envio em um envelope pequeno, para facilitar a identificação da data em que esta remessa foi enviada.

Os relatórios enviados (sejam em papel ou “eletrônicos”) são considerados pela Comissão Técnica material sigiloso onde o acesso é garantido somente aos Juízes do AeroDesign.

**IMPORTANTE:** a cópia eletrônica do Relatório de Projeto será utilizada para avaliação. Tais cópias serão tratadas, como já citado, com o máximo sigilo.

É obrigatório que as equipes enviem todos os arquivos que fazem parte do Relatório de Projeto em formato “pdf”. É imprescindível o recebimento eletrônico dos seguintes itens:

- Relatório COMPLETO com capa, (mostrando identificação da equipe, componentes, e escola) índices, etc. (enviar em formato “pdf”).
- Gráfico de previsão de carga. (enviar em formato “pdf”).
- Plantas (todas as plantas exigidas). (enviar em formato “pdf”, ou “jpg”).
- Documentos adicionais para as Classes Aberta e Micro. (enviar em formato “pdf” ou “jpg”).

Estes podem vir em um único arquivo ou separados em vários arquivos, desde que os nomes dos arquivos deixem clara sua interpretação.

Atenção à resolução utilizadas para envio das plantas. Estas devem estar visíveis em todos os seus detalhes. **NÃO enviar desenhos “dwg”, “dxf” ou outro formato qualquer. Estes NÃO serão visualizados e serão penalizados como não envio das plantas.**

Recomenda-se inclusive que todos os arquivos contidos no CD sejam nomeados de forma a se identificar facilmente o número da equipe e o ano da competição sem a necessidade de abrir o documento. Exemplo: à equipe 99 sugere-se nomear os arquivos como “99 Relatório\_2011.pdf”, “99 Plantas\_2011.pdf”, “99 Dados\_2011.xls”, etc.)

Nas plantas, quando separadas, recomenda-se que sejam nomeadas segundo o desenho que apresentam (“99 Três Vistas Aeronáutica\_2011.pdf”, “99 Detalhamento da Fuselagem\_2011.pdf”, “99 Empenagens\_2011.pdf”, etc.)

Estes relatórios enviados eletronicamente são sempre importantes para a elaboração de novas regras e melhorias para as competições futuras.

É objetivo da Comissão Técnica, devolver durante a Competição, TODAS as cinco cópias dos relatórios enviados pelas equipes. Tais cópias não necessariamente serão

devolvidas com comentários ou qualquer opinião feita por escrito. Estas devem ser colhidas no Fórum (se aplicável) ou na própria Competição.

#### **11.2.1.1 Recomendação Importante**

Para melhorar e facilitar a circulação interna dos Relatórios + CD sugere-se que estes sejam enviados em embalagens plásticas somente, principalmente nas remessas que contenham os Relatórios de somente uma equipe.

O uso de caixas de papelão é menos recomendável, pois estas precisam ser vistoriadas para liberação interna o que dificulta o início dos trabalhos de distribuição e avaliação dos relatórios.

#### **11.2.1.2 Equipes Internacionais – Observação Importante**

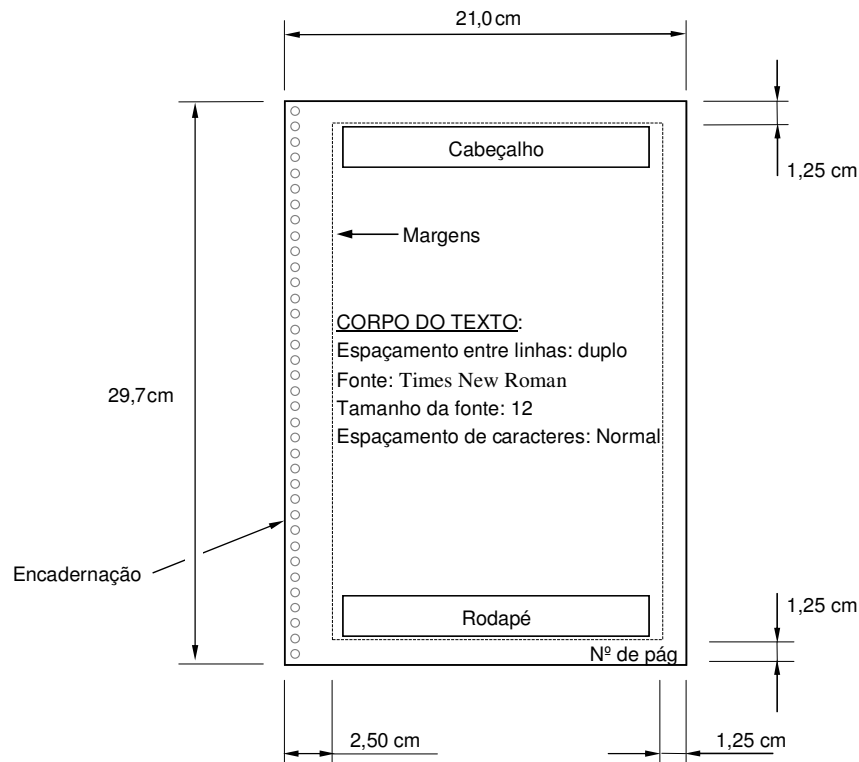
Os relatórios COMPLETOS (com plantas e gráficos) DEVEM ser enviados via e-mail, conforme Seção 6.7. Recomenda-se enviar também os CD's, inseridos e afixados, por dentro de uma das cópias dos Relatórios. Identificar externamente as embalagens de envio somente com o termo “Relatórios Técnicos”. No ano de 2009, remessas identificadas de forma diferente foram recebidas com atraso causando dificuldades no recebimento e na avaliação de alguns relatórios enviados por equipes internacionais. Para envio de vídeos e outros arquivos maiores que o especificado na Seção 6.7, uma nova forma de envio será estudada para evitar que toda a remessa seja recebida com atrasos. Informações adicionais serão divulgadas assim que possível.

#### **11.2.2 Formato do relatório e limitações**

O relatório deverá conter no máximo **37 páginas** para a Classe Regular, **35 páginas** para Classe Micro e no máximo **45 páginas** para a Classe Aberta.

Este número de páginas é considerado excluindo uma folha de rosto (ou capa), a cópia do termo de responsabilidade (cuja apresentação encadernada é OBRIGATORIA no próprio relatório) e, se aplicável, o documento requerido na Seção 6.8.2. Para a Classe Aberta e Micro as páginas referentes às informações do motor não são consideradas como páginas do relatório (Ver Seção 8.2 para a Classe Aberta e Seção 9.2 para a Classe Micro). Todas as outras páginas serão contabilizadas. (ver APÊNDICE 11).

A formatação do relatório deverá ser: espaçamento duplo entre linhas, digitadas em papel A4 utilizando a fonte Times New Roman em tamanho 12 (com espaçamento de caracteres Normal). As margens mínimas deverão ser: 2,5 cm à esquerda, 1,25 cm na superior, 1,25 à direita e 1,25 cm na inferior. As margens são áreas não impressas, ou seja, cabeçalhos e/ou rodapés, caso existam, deverão obrigatoriamente respeitar essas margens. Apenas a numeração de página não precisa respeitar essa limitação. Veja a figura abaixo para maior entendimento.



O relatório deverá ser encadernado de maneira que não possa haver páginas soltas. A encadernação DEVE ser em espiral. Encadernações coladas ou somente fixadas sob pressão têm, em geral, apresentado problemas após o manuseio dos relatórios. A Comissão Técnica não se responsabiliza por páginas que caírem do relatório devido a uma encadernação ruim. Páginas perdidas poderão não ser lidas pelos juízes que avaliarem esses relatórios acarretando em perda de pontos.

As plantas devem ser dobradas adequadamente (segundo norma ABNT) de maneira que estas sejam encadernadas juntamente com as folhas do relatório sem que suas bordas excedam as dimensões de uma folha A4.

Cada relatório deverá ser marcado com o nome e número da equipe, e escola na primeira “folha visível” do Relatório (página de rosto ou capa) de forma clara e facilmente visível. Recomenda-se que o nome e número da Equipe estejam mais ao centro da capa, pois esta posição é de rápida visualização e facilita muito quando existe a necessidade de uma verificação rápida em um grande número, ou grupos, de relatórios.

Um exemplo de capa (ou folha de rosto) do Relatório é mostrado no desenho a seguir. Este padrão não é obrigatório, mas apenas uma recomendação. Pede-se uma atenção especial ao posicionamento do nome e número da equipe.

Os relatórios podem ser feitos em português, inglês ou espanhol. Para as equipes estrangeiras existe a preferência por relatórios na língua inglesa.



Instituição de Ensino
Curso
Título
Nome da Equipe
Nº 00
Componentes da Equipe
Professor Orientador
Cidade e UF
mês / 2008

### 11.2.3 Anexos e Apêndices

Os únicos anexos previstos são os relativos à documentação do motor, para as classes Aberta e Micro (Seções 8.2 e 9.2 respectivamente). Esse anexo é requisito para participação nessas classes, mas não é pontuado como nota de relatório.

Nenhum outro anexo é permitido. Todos os anexos serão desconsiderados na avaliação do relatório.

Para a Classe Aberta quaisquer outros documentos adicionais que a equipe desejar enviar, podem ser enviados de forma eletrônica, juntamente com o Relatório de Acompanhamento (Seção 8.10) porém, não farão parte da avaliação de Projeto. O envio do maior número de informações referentes ao Projeto das aeronaves de Classe Aberta é recomendado pela Comissão Técnica, porém não serão aceitos se encadernadas no Relatório de Projeto.

### 11.3 Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados - Template

Com o intuito de evitar erros no cômputo das equações de “acuracidade” e dados geométricos das aeronaves, assim como criar um banco de dados para estudos posteriores de possíveis regulamentos, a Comissão solicita que seja enviado junto ao CD de dados uma cópia da planilha “AD2011\_Template.xls”, com todos os dados solicitados preenchidos.

A planilha deve ser copiada do site da SAE (Seção 3). Caso não seja possível através do site, favor enviar um e-mail conforme Seção 3 solicitando a planilha via e-mail.

A planilha está equipada com um “botão” que executa uma verificação simples dos dados digitados, bem como já salva a planilha no formato e com o nome de arquivo

correto. Contudo, se por diferenças de versão do Excel® o botão não funcionar, a equipe deve executar, manualmente, o seguinte processo:

- Checar se todos os itens obrigatórios foram preenchidos
- Salvar o arquivo com o nome da forma: “nºEquipe\_Dados\_2011.xls”
- Salvar obrigatoriamente num formato Excel 2003 ou anteriores (ver Seção 6.7) (A planilha não tem utilidade em outros formatos como “pdf” ou “jpg”)

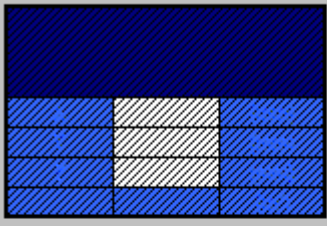
O não cumprimento destas tarefas e conseqüente envio da planilha de forma incorreta poderão acarretar em penalidade conforme APÊNDICE 10.

XIII Competição SAE BRASIL de Aerodesign - 2011

Nº da Equipe	
Nome da Equipe	
Nome da Universidade	
Categoria	

Frequência do Rádio	
---------------------	--

Dados Dimensionais da Aeronave		
Preenchimento Recomendado		
L		(mm)
H		(mm)
B1		(mm)
B2		(mm)
B3		(mm)
B4		(mm)
B5		(mm)



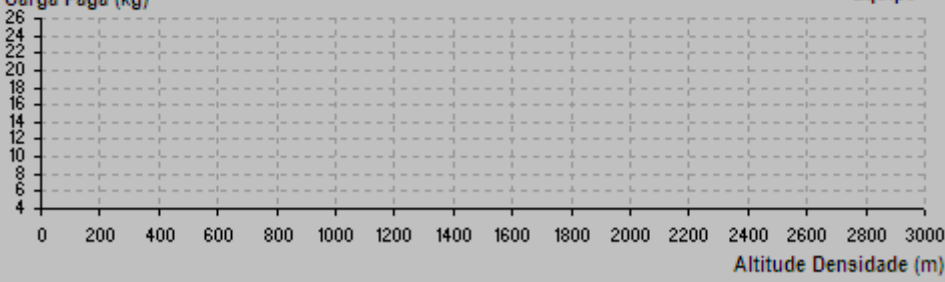
Peso Vazio	
	(kg)

Curva de previsão de Carga [Carga Paga = A + B x Altitude Densidade]		
Coeficiente linear da curva de previsão (A)		(kg)
Coeficiente angular da curva de previsão (B)		(kg/m)
Limitação de carga máxima (se aplicável)		(kg)

OBS 1: As macros devem estar habilitadas para este botão funcionar corretamente

OBS 2: Caso não seja possível usar este botão, verifique na seção 11.3 do Regulamento os padrões para nome e formato do arquivo.

Verificar e Salvar

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Carga Paga (kg)</span> <span>Equipe -</span> </div> 	
---	--

Observações:

## 11.4 Plantas

As plantas requeridas para cada categoria, com os respectivos tamanhos do papel (folhas A3 ou A2, conforme o caso), estão descritas na tabela abaixo:

Ordem sugerida para as plantas	Classe		
	Regular	Aberta	Micro
1	3 vistas (A3) *	3 vistas (A2)	3 vistas da aeronave (A3)
2	Livre (A3) *	Livre (A2)	Livre (A3)
3	Livre (A3) *	Livre (A2)	Livre (A3)
4	Livre (A3) *	Livre (A2)	Livre (A3)
5	Livre (A3) *	Livre (A2)	Aeronave desmontada na caixa (A3)

\* Para a Classe Regular uma das plantas (apenas uma) a critério da equipe, pode ser feita em formato A2

As plantas devem ser impressas de um único lado da folha. Plantas frente e verso não serão aceitas.

Os itens 11.4.1, 11.4.2 e 11.4.3 a seguir, tratam dos detalhes de cada planta

Cada uma das 5 cópias do Relatório de Projeto deve conter (encadernadas) todas as plantas dobradas conforme a norma ABNT (ver APÊNDICE 11).

Todas as plantas devem possuir uma legenda no canto inferior direito, (norma ABNT) contendo o nome da escola, nome e número da equipe.

A ordem das plantas não é obrigatória como a da tabela anterior, mas é uma a ordem sugerida, pois facilita a avaliação e consulta dos relatórios.

Pelo menos uma das plantas deverá mostrar o compartimento de carga, com suas dimensões bem como os dispositivos de fixação da carga e do suporte de carga na estrutura da aeronave.

As plantas são normalmente avaliadas pelos seguintes critérios:

- Clareza e Limpeza;
- Detalhamento dos componentes da aeronave escolha das vistas;
- Possibilidade de se reproduzir a aeronave a partir das plantas;
- Uso de normalização técnica para representação da aeronave e seus subconjuntos (cotas, cortes, vistas, detalhes, entre outros).

As equipes podem confeccionar plantas coloridas desde que o padrão de cores usado não afete a clareza nem a interpretação dos desenhos. Uma planta excessivamente colorida não é necessariamente de mais fácil compreensão que uma confeccionada em preto e branco.

#### **11.4.1 Plantas de Três Vistas da aeronave**

Uma folha deve conter o desenho de três vistas em formato aeronáutico padrão, ou seja, vista superior do avião no lado superior esquerdo da folha, com o nariz para baixo; abaixo deste, a vista frontal do avião com a vista lateral à sua direita com o nariz do avião para a esquerda da folha (ver APÊNDICE 5). No topo da vista lateral deverá existir uma tabela com o resumo dos dados do avião com no MÍNIMO as informações solicitadas nos exemplos do APÊNDICE 5. As unidades devem ser sempre no sistema métrico, conforme a tabela exemplo.

A ausência desta planta ou da tabela na planta poderá incorrer em penalidade para a equipe conforme já definido no APÊNDICE 10.

Na classe Regular, as dimensões que afetam o requisito da Seção 7.2.1 ( $L$ ,  $H$  e  $B_i$ ) e da Seção 7.6.2 ( $X$ ,  $Y$  e  $Z$  do bloco) devem obrigatoriamente estar especificadas na tabela citada, sob pena descrita no APÊNDICE 10.

Uma vista em perspectiva da aeronave pode também ser acrescentada nesta vista, acima da vista lateral, desde que não prejudique a visualização das três vistas bem como da tabela de dados.

#### **11.4.2 Plantas livres**

A equipe deve escolher quais desenhos, vistas, cortes e etc. serão mostrados.

Pede-se uma atenção especial para os detalhes estruturais da aeronave a serem representados nas plantas. Estes devem ser representados de tal maneira que permitam aos juízes e especialistas da área de projeto e estruturas, a completa visualização de como são construídos os elementos estruturais principais, tais como seção da longarina, ligação asa-fuselagem, fixação do cone de cauda entre outros itens pertinentes que são função do tipo da aeronave.

#### **11.4.3 Planta da aeronave desmontada na caixa [somente classe Micro]**

Como parte do procedimento de verificação das dimensões da “Caixa de Transporte” para Classe Micro, deverá ser enviada uma planta contendo as três vistas da caixa demonstrando claramente como a aeronave é desmontada e acondicionada na caixa desenvolvida pela equipe. As plantas devem obrigatoriamente seguir as recomendações descritas na Seção 9.4.1 para Classe Micro (ver exemplo no APÊNDICE 6).

É imprescindível que a tabela contendo as dimensões INTERNAS da caixa bem como a listagem dos subconjuntos esteja presente nesta planta, no canto superior direito, como mostrado no APÊNDICE 6. A ausência desta planta ou da tabela na planta poderá incorrer em penalidade para a equipe conforme já definido no APÊNDICE 10.

#### **11.5 Gráfico de Estimativa da Carga Útil - “Acuracidade”**

O gráfico de previsão da carga útil será julgado pela sua clareza e conteúdo técnico, bem como a forma como a carga útil foi prevista.

Os dados deverão ser linearizados sobre uma faixa relevante e o gráfico deverá incluir a equação linear e a reta linearizada.

Cada equipe deverá prover cinco (5) cópias em tamanho A4 do gráfico da carga útil estimada com peso em quilos (kg) x altitude-densidade em metros (m) seguindo o formato básico dado no APÊNDICE 4. Cada cópia deverá ser encadernada junto com cada cópia do relatório.

O gráfico deverá ter o nome da equipe e escola no topo, com o número da equipe também no canto direito inferior. Este deverá ser feito em formato “paisagem” (“*landscape*”) com o lado encadernado no topo (ver APÊNDICE 4).

Este gráfico deverá ser anexado a cada uma das cinco (5) cópias do Relatório de Projeto (ver APÊNDICE 11).

## **11.6 Desconto por atrasos**

Os conjuntos de relatório, plantas e gráfico da carga útil estimada bem como demais documentos aplicáveis, deverão ser enviados para a Comissão Técnica até a data limite indicada no APÊNDICE 12. A Comissão Técnica ou a SAE BRASIL não serão responsáveis por perdas ou erros de endereçamento. É sugerido que todos os relatórios e plantas sejam enviados por SEDEX (somente em situações muito especiais estes podem ser entregues pessoalmente, porém mediante consulta, com penalidade equivalente à entrega no endereço errado - APÊNDICE 10). Para sanar qualquer dúvida quanto a data de envio dos relatórios recomendamos que seja trazido nos dias da competição, o comprovante do envio ou, pelo menos, uma cópia deste.

Apenas marcas oficiais ou recibos dos correios serão aceitos como prova da data de envio dos relatórios.

Os relatórios, plantas e gráficos de carga útil estimada enviados atrasados serão penalizados conforme APÊNDICE 10. A data máxima para recebimento dos relatórios será 30 dias corridos após a data limite de envio. Relatórios recebidos a partir desta data serão desconsiderados, recebendo nota zero como nota de projeto. A falta de outros documentos é avaliada e penalizada conforme cada caso.

Após uma semana da data limite para envio dos relatórios, ou quando a grande maioria já tiver chegado ao endereço de recebimento, será feito o processo de registro de entrada. Como resultado deste registro, uma planilha onde são anotados os documentos recebidos bem como a data de chegada será disponibilizada no site ou via e-mail para as equipes. É importante que todos tomem conhecimento do que foi registrado pelos juízes da Comissão de forma que, no caso de eventuais erros, estes possam ser rapidamente corrigidos com certa antecedência à Competição.

## **11.7 Erratas**

**ATENÇÃO: NÃO SERÃO ACEITAS ERRATAS AOS RELATÓRIOS, PLANTAS E GRÁFICO.** Qualquer documento que chegar à Comissão Técnica como Errata ou Correção de qualquer tipo será desconsiderado. Partes do relatório enviadas separadamente também serão desconsideradas.

## 11.8 Apresentação Oral

A apresentação oral será de livre acesso às equipes participantes à Competição desde que não interfiram ou prejudiquem a apresentação em andamento. Para a equipe que estiver se apresentando, será permitido que apenas um aluno apresente de cada vez. Será permitida a interferência de outros integrantes, desde que sinalizada adequadamente e introduzida pelo apresentador. Será permitida a apresentação por mais de um integrante da equipe, desde que as trocas de apresentador sejam pré-definidas no início da apresentação e sejam feitas organizadamente.

Interferências de professores ou orientadores da escola não serão permitidas e, se acontecerem, a equipe será penalizada. Ver APÊNDICE 10.

Cada equipe terá quinze (15) minutos para a apresentação de seu projeto. Os critérios de julgamento para a apresentação incluem a definição dos objetivos do projeto, descrição dos esforços para alcançar esses objetivos e os resultados obtidos. A qualidade da apresentação é também uma parte importante da pontuação. O avião deverá estar completamente montado e ser levado na apresentação para a apreciação dos juízes. Para os aviões da Classe Aberta, é recomendável que o avião seja levado completo (mesmo que desmontado) à sala de apresentação oral, entretanto, em função das dimensões das aeronaves isto pode não se configurar algo muito prático.

Após a apresentação, os juízes terão 10 minutos (referência) para formular perguntas referentes ao projeto.

As apresentações orais terão a ordem definida em momento oportuno (no site da SAE). Na medida do possível, as apresentações das equipes da mesma escola ocorrerão na mesma sala, em horários consecutivos.

Haverá um retro-projetor e tela por sala de apresentação. O uso de “*data-show*”, “vídeo-cassete”, projetor de slides, projetor multimídia, “*flip-charts*”, quadro negro ou quadro branco, e outros recursos audiovisuais são permitidos, porém a disponibilidade dos equipamentos, bem como verificação de existência de tomadas, entradas, iluminação adequada, tela, suporte ou outros recursos, ficarão a cargo das equipes e deverão estar em condições de uso antes da apresentação. O tempo máximo para a instalação destes recursos será de 2 minutos. A equipe que atrasar, por erro, falta de tomadas, ou demora em instalar o equipamento, “*set-up*”, etc. será penalizada. Após 2 minutos da entrada da equipe no recinto da apresentação, será iniciada a contagem dos 15 minutos de tempo para a apresentação. Uma eventual demora na desinstalação dos equipamentos poderá também penalizada.

A apresentação deverá ser ao vivo. Se a equipe decidir mostrar gravações, será permitida somente para mostrar filmagens de voos, ensaios, e simulações, porém a narração deve ser ao vivo e não gravada. Música de fundo será permitida.

A confirmação dos recursos audiovisuais que estarão disponibilizados para as equipes serão comunicados até uma semana antes do evento para todas as equipes através do “Procedimentos Operacionais – SAE Brasil AeroDesign 2011”. A SAE BRASIL fará o possível para disponibilizar projetores multimídia e computadores para as apresentações orais como fez nas competições anteriores, porém isto não configura compromisso, visto que o custo do aluguel deste equipamento é alto. Como o aluguel

destes equipamentos é por dia de uso, não há como disponibilizá-los no dia anterior para testes ou verificações. É sabido que existem equipamentos mais ou menos modernos, com diferentes tipos de conectores. Cada sala de apresentação pode diferir no modelo de equipamento, portanto alguns podem oferecer várias opções de conectores e outros equipamentos podem possuir somente a opção mais comum. Sugere-se às equipes que pretendem utilizar este recurso que estejam preparadas para isto para evitar surpresas de última hora.

Novas e importantes instruções sobre o uso dos equipamentos disponibilizados para as apresentações orais serão divulgadas no documento “Procedimentos Operacionais – SAE Brasil AeroDesign 2011”. É altamente recomendável que as equipes leiam atentamente este documento de forma a facilitar e agilizar os procedimentos durante a Competição de Projeto e de Voo.

Sugere-se ainda que as equipes estejam também munidas de transparências, procedimento cautelar para o caso do projetor multimídia falhar ou queimar.

### **11.9 Feedback sobre o projeto por parte dos juízes**

Os projetos (relatório, planta e gráfico) não serão corrigidos, mas sim lidos, verificados, discutidos entre os juízes e pontuados.

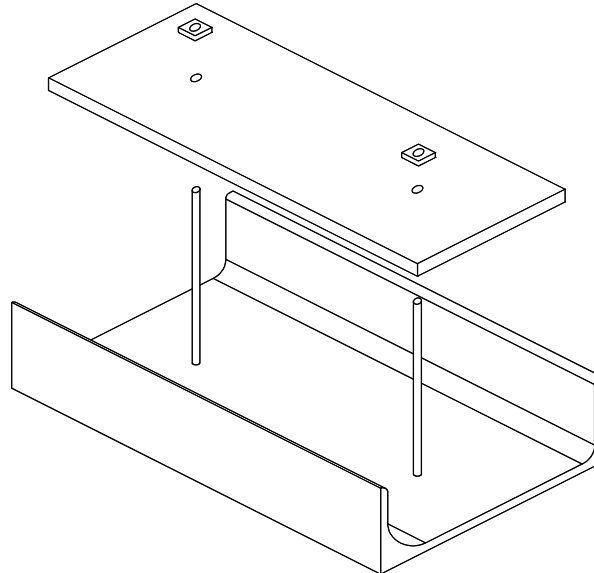
As notas dos juízes serão finais e não serão admitidas revisões.

O “feedback” em relação a cada projeto poderá, durante a competição, ser feito por meio de formas variadas, como abaixo exemplificado:

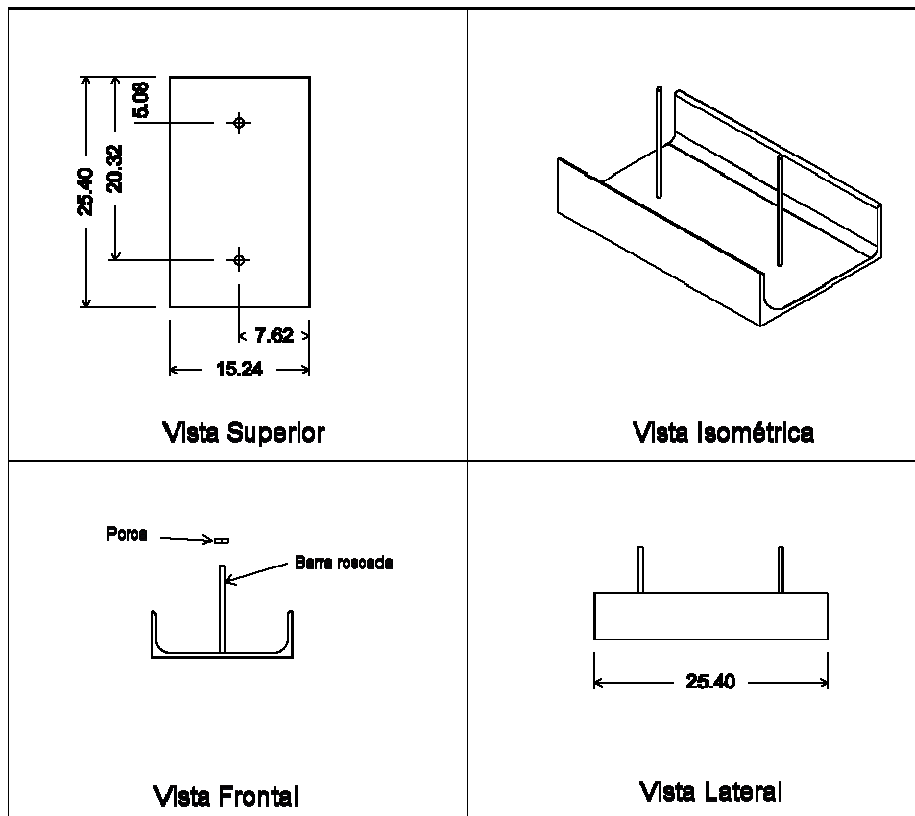
- Questões durante a apresentação oral;
- Análise pela equipe do desempenho obtido pelo avião nos testes e provas de voo;
- Análise comparativa dos aviões de outras equipes e desempenho deles durante a competição;
- Conversas com outras equipes;
- Conversas com os juízes durante a competição. Os membros da Comissão Técnica também são Juízes da Competição e quando possível durante a competição estes poderão atendê-los.

É altamente recomendável que a equipe (ou pelo menos um integrante) possa comparecer ao Fórum SAE AeroDesign 2011 (se aplicável) pois este evento propicia um ambiente extremamente favorável para a troca de experiências entre equipes bem como entre equipes e a Comissão Técnica do SAE AeroDesign. É antes de tudo uma ótima oportunidade para a coleta de “*feedback's*” e informações diversas, além de esclarecimentos e dúvidas quanto ao regulamento da competição.

## APÊNDICE 1 Exemplo de Suporte de Carga e Carga



(as dimensões mostradas abaixo são apenas ilustrativas)





## APÊNDICE 2      **Compartimento de Carga (Informações Adicionais)**

**Objetivo:** definir os componentes principais integrantes do compartimento de carga, quanto à sua função e funcionamento.

### **A.2.1 Definições Preliminares:**

**Compartimento de carga:** Volume interno na aeronave onde o “*suporte de carga*” e a “*carga*” são armazenados. Este volume é definido pelas dimensões estabelecidas por cada equipe e DEVE ter a forma de um paralelepípedo.

**Suporte de Carga:** Elemento que conterà a carga a ser carregada. O suporte será fixo na estrutura quando montado dentro do compartimento e em solo, este deve ser feito de forma a poder ser retirado através de uma abertura na aeronave. Esta abertura deve ser fechada por uma tampa ou porta independente do suporte. O suporte pode ser pesado juntamente com a carga, ou seja, este conta como carga útil. O suporte de carga NÃO pode contribuir para a estrutura da aeronave, isto é, a integridade estrutural da aeronave deve ser garantida sem a necessidade do suporte da carga!

**Carga:** Barras de chumbo (ou aço) transportadas pela aeronave e fixas ao “*suporte de carga*”.

**Tampa ou Porta:** Elemento ou conjunto da aeronave utilizado para fechar o “*compartimento de carga*”. É recomendável que seja um elemento estruturado ou rígido. Esta tampa ou porta não pode ser inutilizada ou danificada durante o processo de retirada de carga (Seção 7.11.6).

**Trava do suporte:** Dispositivo para fixar na estrutura da aeronave o conjunto “*suporte de carga*” e “*carga*” dentro do “*compartimento de carga*”, de forma a impedir qualquer movimentação durante as diversas fases de voo. Se este dispositivo fizer parte do suporte este é considerado como carga útil.

**Trava da porta:** Dispositivo para fixar a porta do compartimento na posição fechada. Pode ou não ser acionada pela trava do suporte, mas deve permitir o fechamento da porta independentemente.

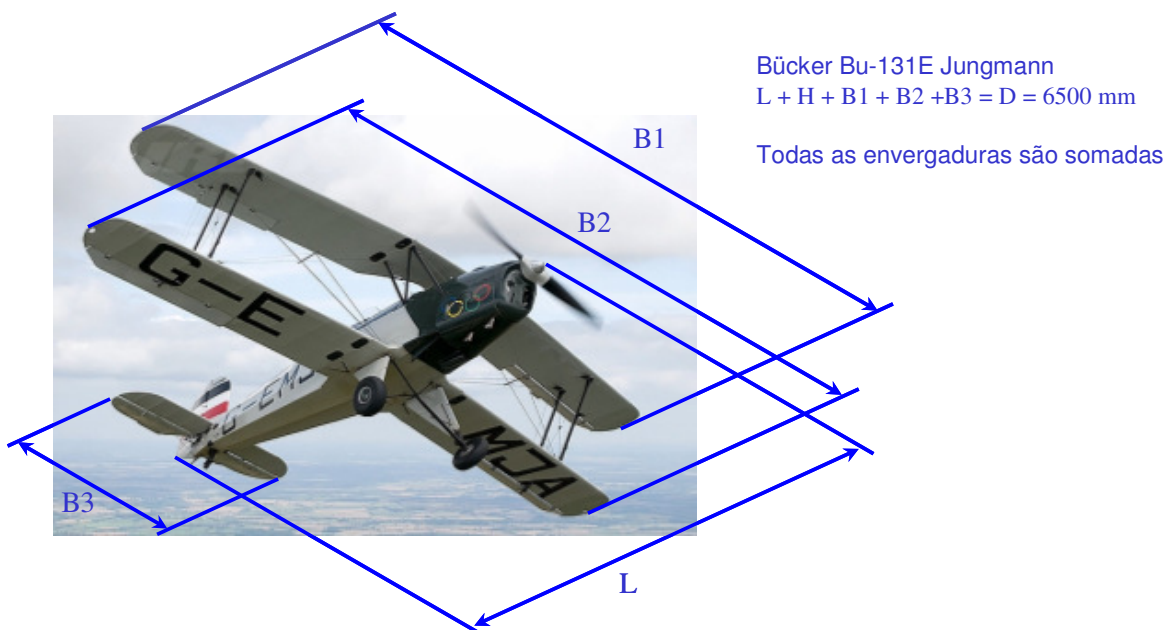
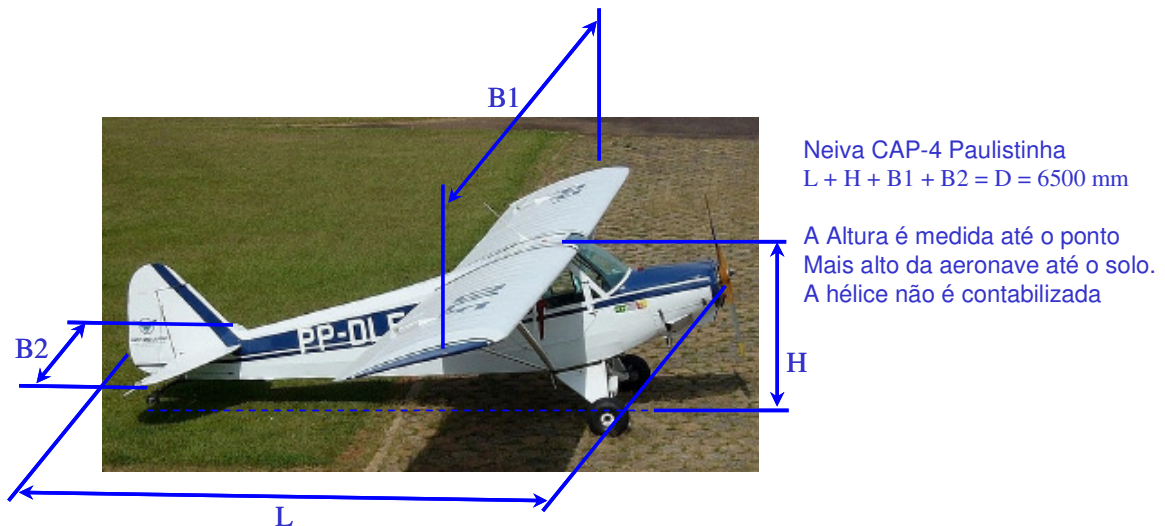
O suporte deve ser fixado na estrutura da aeronave, em pontos com rigidez suficiente de forma a impedir a movimentação do suporte com a carga, seja qual for a situação de voo. Não serão aceitas soluções cuja fixação do suporte seja somente na tampa (ou porta) sem que haja alguma análise que mostre que estes componentes resistem aos esforços atuantes. O dispositivo de fixação do suporte no compartimento pode fazer parte do suporte. A porta pode ser acionada pelo mecanismo de trava do suporte, mas deve ser capaz de fechar a porta do compartimento sem o suporte.

O suporte de carga, tampa do compartimento de carga e os mecanismos de trava do suporte e da tampa, devem ser apresentados claramente em uma das plantas, de forma a facilitar o entendimento de seu funcionamento.

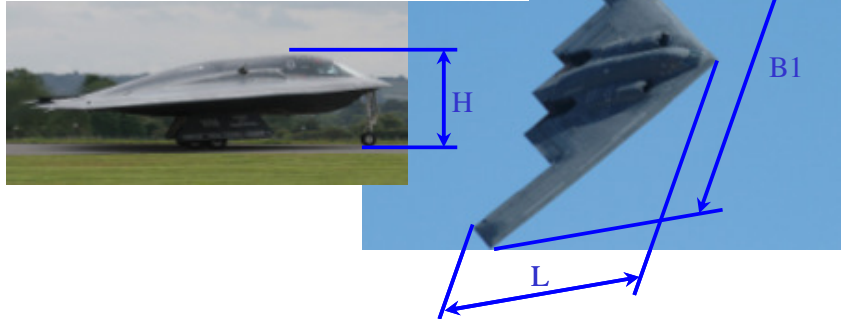
## APÊNDICE 3 Exemplos de cálculo do somatório (Classe Regular) Aeronaves Exemplos

Com o intuito de consolidar a interpretação correta do nº de Superfícies Sustentadoras, e do cálculo do somatório de dimensões, foram escolhidos alguns exemplos (históricos) de aeronaves com seu respectivo nº superfícies. São exemplos apenas ilustrativos e didáticos não sendo necessariamente adequados ao AeroDesign! Para estes exemplos, foi usado o valor do somatório de 6500mm.

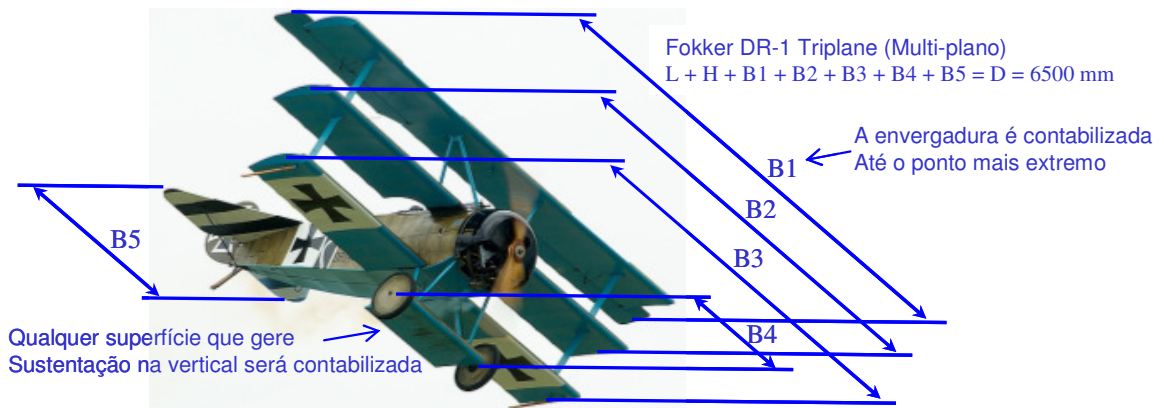
Fonte: As figuras foram obtidas do site <http://www.airliners.net> em 11/dez/2010, e foram editadas para o propósito deste apêndice



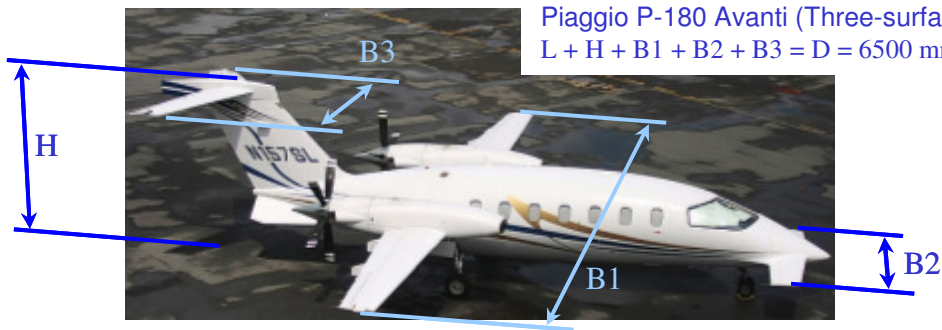
Northrop Grumman B-2A Spirit (Asa voadora)  
 $L + H + B1 = D = 6500 \text{ mm}$



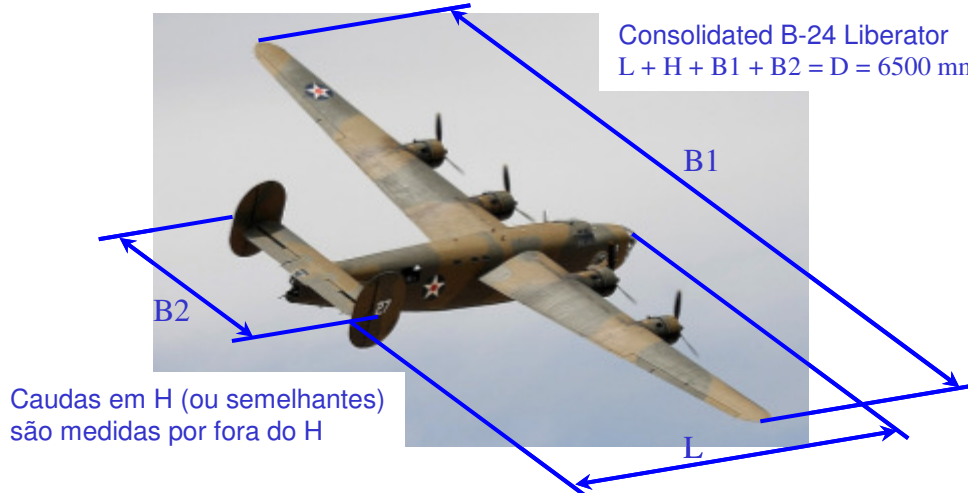
Fokker DR-1 Triplane (Multi-plano)  
 $L + H + B1 + B2 + B3 + B4 + B5 = D = 6500 \text{ mm}$



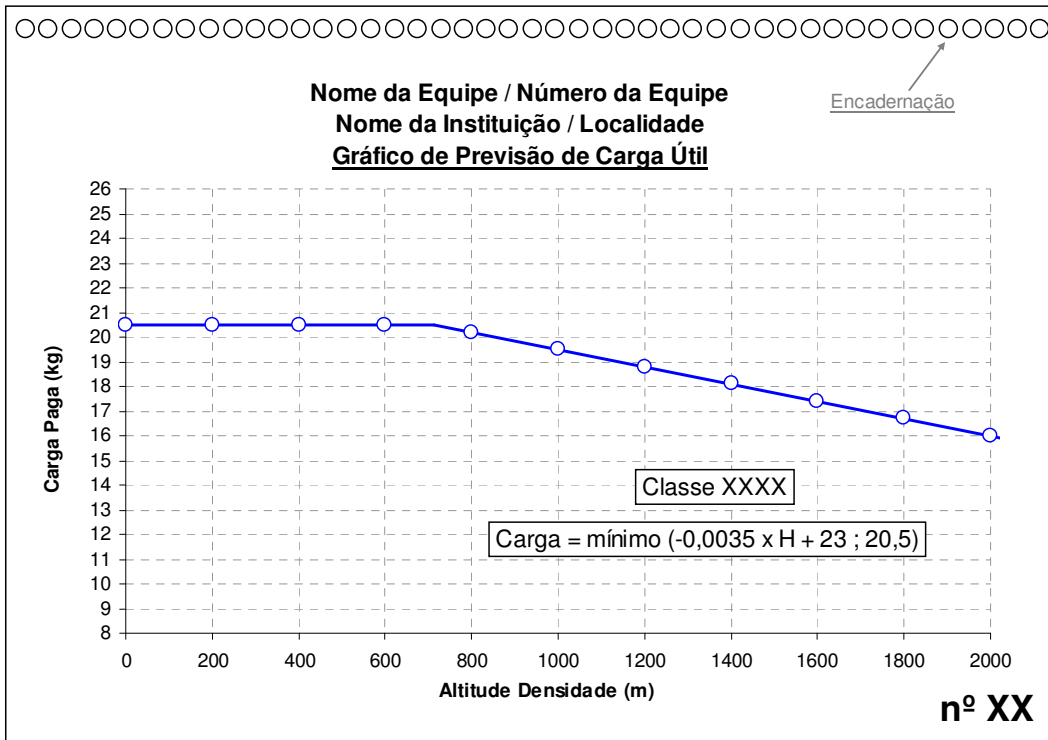
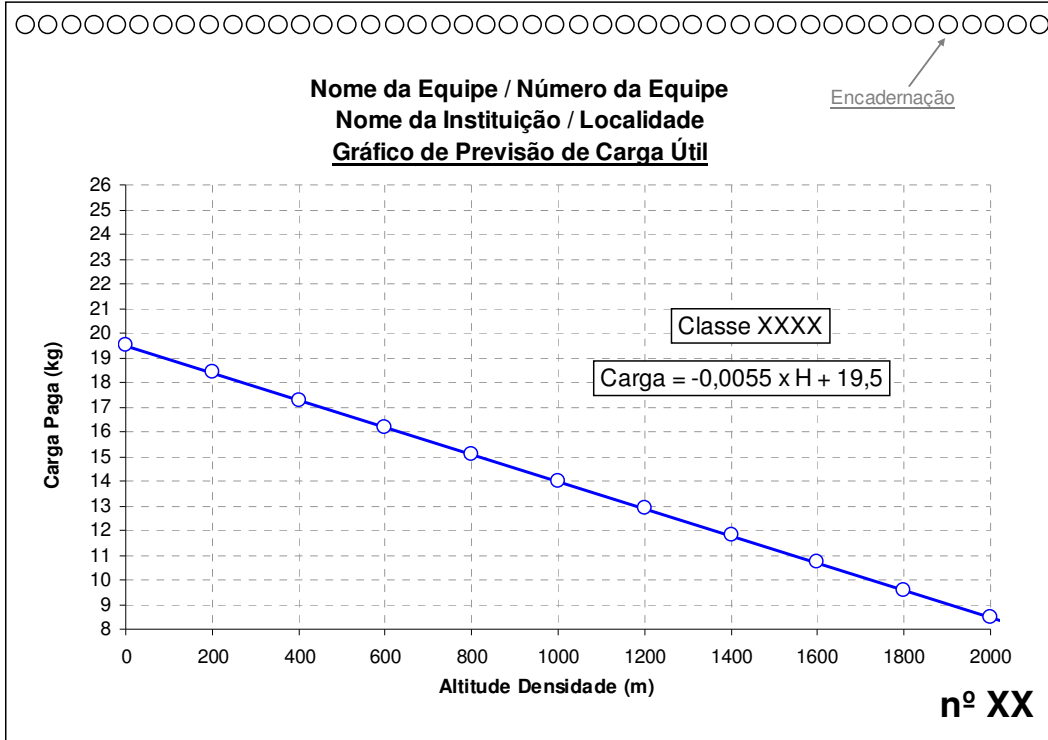
Piaggio P-180 Avanti (Three-surface)  
 $L + H + B1 + B2 + B3 = D = 6500 \text{ mm}$



Consolidated B-24 Liberator  
 $L + H + B1 + B2 = D = 6500 \text{ mm}$



## APÊNDICE 4 Exemplos de Gráfico de Carga Útil Estimada



Figuras acima: Exemplos de Gráfico de Previsão de Carga Paga. Todas as Classes (Identificar a Classe no gráfico: Regular, Aberta ou Micro) devem seguir o mesmo modelo. Conforme os exemplos acima, a reta horizontal que define a carga útil máxima do projeto é opcional. Ver Seção 11.5. Encadernar conforme indicação na figura acima. O gráfico deve ser em “paisagem” (“landscape”).

## APÊNDICE 5 Planta de Três Vistas

(utilizar as dimensões no Sistema Internacional)

Equipe nº XX / Nome da Equipe	
Dimensões máximas (valores em mm)	
L	Comp. Máximo (mm)
H	Altura Máxima (mm)
B <sub>1</sub>	Maior Enverg. Bloco 1 (mm)
B <sub>2</sub>	Maior Enverg. Bloco 2 (mm)
...	...
B <sub>n</sub>	Maior Enverg. Bloco 'n' (mm)
Soma Total (mm) ▲	
ASA	
Area Alar (cm <sup>2</sup> )	
Alongamento da Asa <small>(ou área equivalente para os perfis)</small>	
Perfil Aerodinâmico	
EMP. HORIZONTAL (EH)	
Area EH (cm <sup>2</sup> )	
Alongamento	
Perfil Aerodinâmico	
Coef. Vol. de Cauda HOR.	
EMP. VERTICAL (EV)	
Area EV (cm <sup>2</sup> )	
Alongamento	
Perfil Aerodinâmico	
Coef. Vol. de Cauda VERT.	
Peso Vazio (kg)	

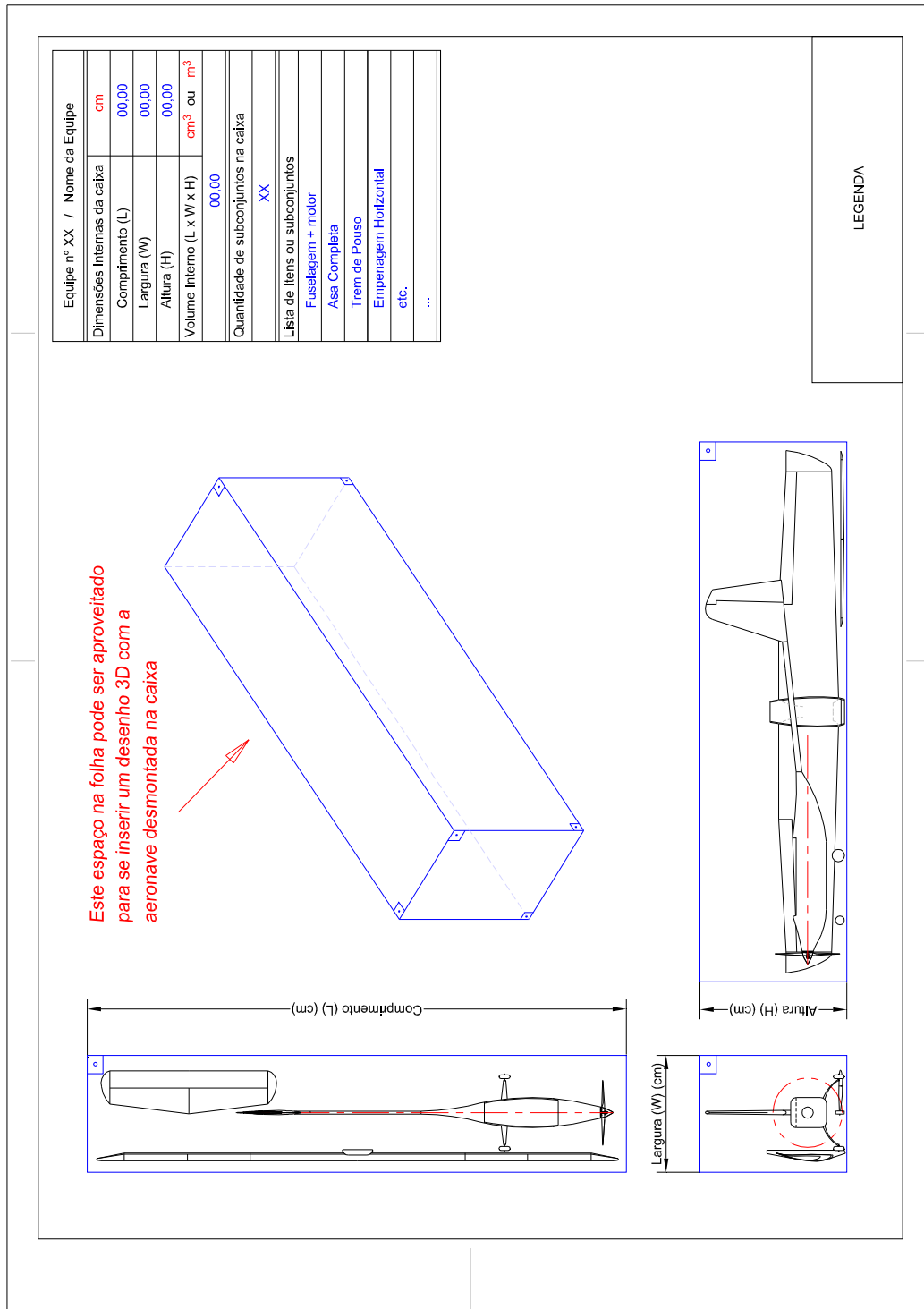
Cotar o que a equipe julgar necessário

Modelo de tabela obrigatória. Informações mais detalhadas podem ser adicionadas. Sugere-se no mínimo cotar MLG track, MLG base, L, H, B1 e B2

## APÊNDICE 6 Planta da aeronave desmontada na caixa

Exemplo da Aeronave desmontada na caixa. Ver Seção 11.4.3.



Encadernar uma planta adicional (A3) em cada uma das cinco cópias do relatório.

## APÊNDICE 7      Termo de Responsabilidade Sobre Troca De Piloto

Nome da Equipe: \_\_\_\_\_ Número da Equipe: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

Responsável da Escola: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

### Informações Sobre a Troca de Piloto

Nome do Piloto Anterior	
Nome do Piloto Suplente	

## TERMO DE RESPONSABILIDADE SOBRE TROCA DE PILOTO

Como responsável da Escola, EU certifico que os membros da equipe aceitam a indicação de Piloto Suplente para a Competição de Voo SAE BRASIL AeroDesign 2011, sabendo dos riscos inerentes e isentando a SAE BRASIL de qualquer responsabilidade sobre eventuais acidentes.

---

Assinatura do Responsável da Escola

## APÊNDICE 8 Declaração que o Avião Já Voou

Nome da Equipe: \_\_\_\_\_ Número da Equipe: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

Responsável da Escola: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Como responsável da Escola, eu certifico que o avião projetado pelos membros da equipe já realizou pelo menos um voo completo e seguro na condição em que foi levado para a competição (após qualquer reparo significativo que tenha sido feito). Estou ciente da importância desta declaração para a segurança dos participantes do evento.

Data do último voo realizado: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Orientador da Equipe

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Diretor da Escola

Equipe:

Capitão: Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Piloto: Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Membros: Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_



## **APÊNDICE 9      Requisitos Mínimos de Projeto e Testes Classe Aberta**

### **A.9.1 Relatório de Acompanhamento**

O Relatório de Acompanhamento consiste em um relatório adicional a ser enviado posteriormente ao Relatório de Projeto, visando avaliar o andamento do projeto, bem como os ensaios e testes desenvolvidos pelas equipes em suas aeronaves. O objetivo é acompanhar e interagir com as equipes, avaliando o grau de maturidade dos projetos das aeronaves desta categoria, garantindo assim uma maior segurança na Competição de Voo bem como aeronaves mais competitivas.

Este Relatório de Acompanhamento é obrigatório para todas as aeronaves da Classe Aberta (Seção 8.10) e visa o cumprimento dos Requisitos Mínimos de Projeto e Testes (RMPT), que serão listados neste apêndice. Alguns dos requisitos são específicos para a Competição SAE AeroDesign e outros são feitos com base em requisitos já definidos por Órgãos de Certificação e Homologação Aeronáutica (Ex.: FAR, RBHA) considerados essenciais (ou obrigatórios) a todo projeto aeronáutico.

As equipes deverão cumprir todos os itens da lista de requisitos (RMPT), sendo que os itens teóricos não constantes no Relatório de Projeto deverão ser obrigatoriamente apresentados no Relatório de Acompanhamento. Caso algum item já esteja sendo cumprido no Relatório de Projeto, informar no Relatório de Acompanhamento o capítulo ou seção e a página do Relatório de Projeto em que o cumprimento do requisito se encontra.

Caso seja necessário, a Comissão Técnica se reserva o direito de agendar uma visita à equipe e sua oficina, para verificação de itens duvidosos.

O objetivo principal da Comissão Técnica com a introdução deste “Processo de Acompanhamento e Validação de Projetos” é aproximar o trabalho das equipes da atividade normalmente encontrada em qualquer indústria aeronáutica, a qual consiste não somente em projetar as aeronaves, mas também certificá-las com base em requisitos específicos para cada categoria da aeronave.

A Comissão Técnica com a introdução deste relatório adicional tem como objetivo, coletar uma maior quantidade de informações necessárias para o adequado acompanhamento dos projetos das aeronaves da Classe Aberta. Por ser enviado em data posterior ao Relatório de Projeto, espera-se obter não somente uma maior quantidade de informações complementares ao Relatório de Projeto, mas também informações de melhor qualidade em função do maior amadurecimento dos testes desenvolvidos com as aeronaves.

OBS: O cumprimento dos RMPT (Seção A.9.2) é obrigatório para a Classe Aberta, mas também é recomendado (mesmo sem o envio do Relatório de Acompanhamento) às equipes da Classe Regular e Micro.

## **A.9.2 Requisitos Mínimos de Projeto e Testes (RMPT)**

Itens experimentais devem ser incluídos no Relatório de Acompanhamento. Estes itens serão pré-avaliados pelos juízes das disciplinas pertinentes e posteriormente, caso necessário, verificados através da visita à equipe.

### **A.9.2.1 Requisitos Mínimos para Cargas e Estruturas**

#### *A.9.2.1.1 Cálculo do Envelope de Voo (V-n)*

Demonstrar o cálculo do Diagrama V-n da aeronave utilizando algum dos Regulamentos de Homologação vigentes. Ex.: (EASA) JAR VLA, RBHA Part 23, FAR Part 23, CS-23, etc,

#### *A.9.2.1.2 Determinação de Cargas nas Asas*

Demonstrar o cálculo correto de cargas atuantes nas asas da aeronave (Ex.: Diagrama de força cortante e momento fletor) utilizando-se o fator de carga máximo definido pela equipe no item A.9.2.1.1.

Determinar as cargas de torção da asa para o caso mais crítico. Caso este a ser definido pela equipe.

#### *A.9.2.1.3 Projeto estrutural da asa (longarina)*

Demonstrar utilizando-se os resultados do item A.9.2.1.2, o cálculo da estrutura da asa. Deve ser apresentado o projeto e o cálculo estrutural da longarina.

Demonstrar utilizando-se das cargas de torção definidas no item A.9.2.1.2 que os elementos estruturais da asa projetados para suportar tais cargas, estão corretamente dimensionados. Uma avaliação experimental da longarina submetida à carga de torção máxima determinada no item A.9.2.1.2 também deve ser apresentada.

#### *A.9.2.1.4 Ensaio de carregamento máximo na asa (foto)*

Demonstrar claramente através de um ensaio de carregamento estático, que a estrutura da asa é capaz de resistir aos esforços definidos no item A.9.2.1.3.

Apresentar uma fotografia do ensaio de carregamento da asa demonstrando também os principais resultados deste ensaio: Ex.: Deflexão da ponta da asa.

Apresentar fotos, premissas e resultados no Relatório de Acompanhamento. Este item será verificado na visita, caso ocorra.

#### *A.9.2.1.5 Determinação da Carga Crítica para a ligação boom fuselagem*

Demonstrar em qual condição de operação (manobras & rajadas) ocorre a carga crítica para a ligação boom-fuselagem. Determinar os valores deste carregamento e demonstrar o projeto estrutural desta região.

*A.9.2.1.6 Ensaio de carregamento máximo para ligação boom fuselagem (foto)*

Demonstrar através de um ensaio estático que o projeto estrutural e a construção da região de ligação boom-fuselagem, estão adequados ao carregamento máximo determinado no item A.9.2.1.5.

Apresentar fotos, premissas e resultados no Relatório de Acompanhamento. Este item será verificado na visita, caso ocorra.

*A.9.2.1.7 Verificação da estrutura das superfícies no caso de pane elétrica*

Caso ocorra uma pane elétrica, conforme previsto nas seções 8.6.1 e A.9.2.2.3, nos casos onde as superfícies de controle são movimentadas por mais de um servo, e cujos servos estejam ligados em sistemas elétricos diferentes, deve ser mostrado matematicamente que a superfície de controle é capaz de suportar a flexo-torção causada pelo esforço dos servos atuantes na superfície, enquanto a superfície suporta a carga aerodinâmica e a carga de resistência dos servos do sistema que falhou.

Este cálculo deve ser executado para todas as superfícies de controle.

*A.9.2.1.8 Dimensionamento do torque dos servos*

Caso ocorra uma pane elétrica, conforme previsto nas seções 8.6.1 e A.9.2.2.3, nos casos onde as superfícies de controle são movimentadas por mais de um servo, e cujos servos estejam ligados em sistemas elétricos diferentes, deve ser mostrado matematicamente que os servos operantes são capazes de suportar as cargas de origem aerodinâmica e de resistência dos servos do sistema que falhou.

Este cálculo deve ser executado para todas as superfícies de controle.

*A.9.2.1.9 Teste de robustez do sistema contra falha elétrica*

Um teste prático estático para verificação dos itens requisitados matematicamente nas seções A.9.2.1.7 e A.9.2.1.8 deve ser realizado. Para isso, em bancada a aeronave deverá ser ligada com apenas um dos sistemas elétricos operantes e com as cargas aerodinâmicas simuladas através de massas presas às superfícies de controle. Os servos operantes deverão ser capazes de atuar na superfície de controle garantido que as deflexões mínimas necessárias para o cumprimento da seção A.9.2.2.3 sejam atingidas.

No caso das superfícies serem segregadas, e não haver mais de um servo na mesma superfície, o teste de carregamento dos servos, para verificação do seu torque real ainda é necessários, para cumprimento da Seção 6.17.

Este teste deve ser executado em todas as superfícies de controle.

*A.9.2.1.10 Bibliografia recomendada para o item A.9.2.1*

Introdução às Cargas nas Aeronaves (Paulo H. Iscold A. O.)

Apostila sobre Cargas em Aeronaves utilizada no Curso de Tópicos especiais em Cargas e Aeroelasticidade do programa PEE da EMBRAER. (35Mb)

<http://www.demec.ufmg.br/Cea/principal.html> link: Publicações.

#### Site FAA (Federal Aviation Administration)

Site oficial da FAA. Através deste site se tem acesso a todos os Requisitos de Homologação (FAR – Federal Aviation Regulations) definidos pela FAA. Ver link: current FAR, by Part.

[http://www.airweb.faa.gov/Regulatory\\_and\\_Guidance\\_Library/rgFAR.nsf/MainFrame?OpenFrameSet](http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgFAR.nsf/MainFrame?OpenFrameSet)

### **A.9.2.2 Requisitos Mínimos para Estabilidade e Controle**

#### *A.9.2.2.1 “Passeio” ou posição do centro de gravidade.*

Determinar a posição do Centro de Gravidade (CG) e se houver, o deslocamento deste nas condições mais extremas (verificação do envelope de peso e CG).

Após a determinação da posição ou faixa de operação do CG (passeio), é obrigatória a demarcação desta posição ou margens máximas e mínimas na aeronave (Seção 8.4), para avaliação dos fiscais de segurança e juízes da competição. (Apresentar este item na visita, caso ocorra ou nas inspeções de segurança, durante a competição).

#### *A.9.2.2.2 Determinação das margens estáticas “manche fixo” e “manche livre” (falha de servo).*

Determinar a margem estática “manche fixo” da aeronave atestando que a mesma é estaticamente estável.

Sugerimos por questões acadêmicas e educacionais, determinar a margem estática “manche livre” da aeronave verificando se a mesma é estaticamente estável ou não, para o caso da falha do(s) servo(s) de profundor. É recomendável a redundância de sistemas (servos) se caso a aeronave não for “estaticamente estável” na condição de “manche livre”. É obrigatório testar os servos utilizados no profundor quanto ao seu torque máximo. É muito importante especialmente no projeto de aeronaves para o AeroDesign (seja na Classe Aberta ou Regular), validar os dados fornecidos pelo fabricante. Casos históricos de servos rompidos durante ensaios em voo, já levaram a perda total de aeronaves da Classe Aberta no AeroDesign, fazendo com que itens deste tipo sejam considerados críticos no quesito “segurança”. Sugere-se verificar a compatibilidade entre todos os elementos dos servos. Servos “*metal gear*” com “*links*” em “*nylon*” podem não ser compatíveis se o link não for de qualidade, isto é, o link pode espanar ou perder as ranhuras responsáveis pela transmissão de torque.

#### *A.9.2.2.3 Capacidade de voo com pane elétrica*

Caso ocorra uma pane elétrica, conforme previsto nas Seções 8.6.1 e A.9.2.2.3, independente da solução adotada pela equipe (redundância de servos na mesma superfície de controle ou segregação completa da superfície), deve ser calculado e apresentado um envelope de voo (diagrama V-n) em que a operação da aeronave deve ser limitada.

A capacidade de manobra longitudinal será evidenciada através deste diagrama, desde que os seguintes requisitos sejam cumpridos:

- A velocidade de estol no caso da falha, se ficar limitada por capacidade de arfagem, deve ser de no máximo 120% da velocidade de estol da aeronave em operação normal (a partir do diagrama V-n da Seção A.9.2.1.1).
- Deve haver comando de arfagem suficiente para que seja aplicado um fator de carga mínimo de +1,3g e pelo menos metade do fator de carga negativo do caso da operação normal numa velocidade que seja pelo menos 75% da velocidade máxima da aeronave no diagrama V-n de operação normal (Seção A.9.2.1.1)

As capacidades de manobra no sentido da guinada e rolamento devem ser tais que a aeronave tenha comando suficiente para se manter equilibrada com um ângulo de derrapagem de 5 graus com asas niveladas.

É de interesse da equipe que os cálculos de estabilidade, trimagem e manobras requisitados neste item estejam descritos detalhadamente no Relatório de Acompanhamento. Caso existam dúvidas quando ao cumprimento deste requisito, poderão ser solicitadas novas análises à equipe. Se for constatado que a aeronave não cumpre os requisitos, modificações de projeto serão solicitadas, e as penalidades cabíveis conforme a Seção 6.9 serão aplicadas.

#### *A.9.2.2.4 Capacidade de voo monomotor.*

Demonstrar através de um ensaio e/ou cálculo, que as aeronaves da Classe Aberta com dois ou mais motores possuem capacidade de controle no caso da falha de um dos motores. Considerar o caso de falha mais crítico.

Apresentar este item no Relatório de Acompanhamento ou em um relatório específico enviado de acordo com a Seção 8.7. Se for do interesse da equipe, os resultados da análise e do ensaio podem ser apresentados no Relatório de Projeto. A apresentação deste item no Relatório de Projeto não exclui a obrigatoriedade do relatório específico para voo monomotor, o qual deve ser enviado até a data apresentada no APÊNDICE 12).

Para o cumprimento deste item, a equipe deve demonstrar que as superfícies de comando de rolagem e guinada, estão suficientemente dimensionadas para garantir que a aeronave é capaz de voar numa condição de voo que respeite todos os itens descritos abaixo são cumpridos simultaneamente:

- Motor crítico falhado
- Todos os demais motores em potência máxima

- Velocidade de voo de 105% da velocidade de estol
- Ângulo de rolamento máximo de 5°
- Ângulo de derrapagem nulo
- Uso máximo de 75% do comando máximo da superfície de controle de guinada, sendo que o comando máximo é aquele onde acontece o estol da superfície no caso da derrapagem nula. Atenção: O ângulo máximo da superfície de comando para efeito deste cálculo não é o batente geométrico da superfície!
- Todas as configurações da aeronave devem ser verificadas (configurações de flapes e trem de pouso, caso sejam retráteis – conforme aplicável)

*A.9.2.2.5 Vídeo do voo – Circuito completo.*

Demonstrar em vídeo um voo completo conforme Seção 8.8, APÊNDICE 12.

### **A.9.2.3 Requisitos Mínimos de Projeto (Plantas)**

É importante que todos estes itens listados a seguir tenham sido apresentados nas Plantas do Relatório de Projeto. Caso não o foram, estes poderão ser inseridos no Relatório de Acompanhamento a título de informação complementar para o processo de verificação das aeronaves.

*A.9.2.3.1 Representação da longarina e todos os seus elementos construtivos.*

*A.9.2.3.2 Seção da longarina na raiz da asa e outros pontos críticos.*

*A.9.2.3.3 Desenho da estrutura completa da asa: longarina, nervuras, posição dos servos e desenho da estrutura das superfícies de comando.*

*A.9.2.3.4 Desenho da ligação asa-fuselagem e “tail-boom” fuselagem.*

*A.9.2.3.5 Detalhamento do compartimento de carga e fixação do suporte de carga na fuselagem.*

*A.9.2.3.6 Demonstração da deflexão completa dos comandos de voo.*

*A.9.2.3.7 No caso da existência de flaps, demonstrar claramente a ligação destes na asa e a deflexão máxima destes elementos.*

*A.9.2.3.8 Fixação dos motores e estrutura adjacente.*

*A.9.2.3.9 Posição dos sistemas eletrônicos (facilitar a inspeção).*

#### **A.9.2.4 Requisitos Mínimos para Projeto Eletro-eletônico**

##### *A.9.2.4.1 Diagrama elétrico de ligação entre servos, bateria e receptor*

Demonstrar claramente no relatório, o diagrama de ligação elétrica utilizado na aeronave. Explicitar no diagrama, a simbologia utilizada para melhor compreensão dos juízes específicos da avaliação eletro-eletrônica. Qualquer explicação ou diagrama adicional da instalação (e integração) dos sistemas, será bem vinda.

##### *A.9.2.4.2 Bateria, receptor e antena.*

As baterias e receptores devem obrigatoriamente estar protegidos contra vibração, impacto e chuva. A antena deve estar exposta, e não pode estar em contato (mesmo que encapada) com materiais metálicos e compósitos de carbono.

Apresentar fotos da instalação, posição e fixação das baterias, receptores e antenas no Relatório de Acompanhamento e se possível, indicar em alguma das plantas do Relatório de Projeto.

##### *A.9.2.4.3 Voltwatch's.*

Apresentar fotos da instalação e posicionamento dos voltwatch's no Relatório de Acompanhamento e se possível, indicar em alguma das plantas do Relatório de Projeto.

##### *A.9.2.4.4 Extensões, junções entre servos e/ou bateria-receptor, se aplicável.*

Apresentar cálculos de dimensionamento das extensões, cablagens e conectores. Conexões soldadas não são permitidas. Os conectores devem ser crimpados. Uma planta mostrando os pontos de acesso às conexões deve ser apresentada.

No caso de extensões maiores do que a antena, indicar os esforços feitos pela equipe para eliminar interferências eletromagnéticas (EMI).

##### *A.9.2.4.5 Demanda elétrica máxima*

Apresentar cálculo da demanda elétrica máxima e descrição das condições (ou manobras) em que esta demanda máxima é atingida. Mostrar que a carga e corrente que a bateria e componentes eletrônicos suportam estão de acordo com o projeto.

#### **A.9.2.5 Detalhamento da Aeronave (e/ou do Processo Construtivo)**

##### *A.9.2.5.1 Estruturas primárias*

Apresentar fotos da estrutura da asa da aeronave: nervuras, longarinas, caixa de torção (ou equivalente).

#### *A.9.2.5.2 Comandos de voo*

Apresentar fotos da ligação (“*links*”) e dobradiças de cada superfície de comando, primária e secundária, bem como fotos ou desenhos da estrutura destas superfícies.

#### *A.9.2.5.3 Junções*

Apresentar fotos das estruturas de ligação asa-fuselagem asa-asa (no caso de asas desmontáveis), “*tail-boom*” com a fuselagem e “*tail-boom*” com as empenagens. Quaisquer outras junções relevantes ao projeto devem ser apresentadas, dependendo do projeto e geometria da aeronave.

#### *A.9.2.5.4 Motor*

Apresentar fotos da instalação do motor e do montante do motor na parede de fogo.

#### *A.9.2.5.5 Compartimento de carga e carga útil*

Apresentar fotos da instalação e fixação do suporte de carga no compartimento de carga.

### **A.9.3 Sobre o Relatório de Acompanhamento**

Para uma melhor compreensão do relatório adicional a ser enviado (Relatório de Acompanhamento) seguem algumas dicas para elaboração do mesmo.

#### **A.9.3.1 Formatação e envio**

A formatação de fonte, parágrafo e margens devem ser equivalentes a já exigida pelo Relatório de Projeto, conforme Seção 11.2.2. A única exceção é quanto ao número de páginas, que é livre. Sendo assim, recomenda-se que não se economize páginas de índice, lista de figuras, lista de tabelas e de símbolos.

É fundamental conter na capa (ou folha de rosto) o seguinte título:

**– RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO –**  
**EQUIPE “XXXXXXXXXX”**  
**(Nº XX)**

É importante também incluir os nomes dos componentes da equipe na capa ou em alguma das páginas iniciais do citado relatório bem como o nome do professor orientador da equipe. Indicar com um asterisco (\*) os integrantes da equipe que são veteranos do aerodesign (é necessário um mínimo de 3 veteranos, conforme Seção 8.1).

Para a correta apresentação de diversos itens da lista de requisitos demonstrada anteriormente é fundamental que fotos e desenhos explicativos sejam apresentados no Relatório de Acompanhamento, com legendas claras explicando cada uma.



Como já explicitado na Seção A.9.1, algumas das informações exigidas na listagem acima já tenham sido apresentadas no Relatório de Projeto a reapresentação destes, não é obrigatória. Neste caso, citar apenas que o mesmo encontra-se presente no Relatório de Projeto informando a página para que a sua localização seja mais rápida por parte dos juízes que os avaliarão.

A data máxima de envio do Relatório de Acompanhamento é apresentada no APÊNDICE 12. O envio pode ser feito das seguintes formas: **papel, CD ou e-mail**.

O endereço de envio, para o caso de ser enviado em papel ou CD é apresentado na Seção 3. Caso o relatório seja enviado via e-mail (Seção 3), seguir os requisitos da Seção 6.7.

A Comissão Técnica coloca-se a disposição para o esclarecimento de qualquer dúvida, conforme Seção 4.4.

## APÊNDICE 10 Penalidades

As penalidades estão divididas por assunto:

### A.10.1 Apresentação Oral

1 – Apresentação Oral	
Descrição	Penalidade
Não estar com o avião montado e completo na apresentação oral (Classe Regular e Micro) ou não estar disponível para os juízes (Classe Aberta), conforme Seção 11.8.	20 pontos
Atraso na apresentação oral	2 pontos/minuto
Interrupção por professores e orientadores na apresentação oral	5 pontos
Interrupção indevida (sem apresentação) por outros componentes da equipe na apresentação oral	2 pontos

### A.10.2 Não conformidade da Aeronave

2 – Não conformidade da Aeronave	
Descrição	Penalidade
Substituição de peças diferentes do projeto sem notificação	até 10 pontos
Reparo em peças primárias sem a devida notificação – Classe Regular	até 20 pontos
Reparo em peças primárias – Classe Aberta	até 50 pontos
Aeronave com dimensões fora do especificado nas Seções 7.2.1 e 7.2.2.	Penalidade conforme Seção 7.2.2
Bloco do compartimento de carga com as dimensões fora do especificado na Seção 7.6.2	Penalidade conforme Seção 7.6.4
O bloco da equipe não entra no compartimento de carga	Invalidação do voo
Dimensões do compartimento de carga fora do especificado (incluindo interferências de fixadores, cabos, ou outros elementos) no caso da Classe Micro	Invalidação do voo e/ou penalidade definida caso a caso.

### A.10.3 Itens Operacionais

3 – Itens Operacionais	
Descrição	Penalidade
Não entregar TODOS os rádios (inclusive os reservas) na Barraca de Rádios até às 7:30 horas da manhã nos três dias da Competição de Voo.	20 pontos / dia
Não se apresentar para a verificação do requisito de montagem (Somente classe Micro), conforme Seção 9.4	20 pontos
Voar com uma carga menor que a de classificação	20 pontos
Alteração de projeto	Definida caso a caso
Não concordância com o projeto	Definida caso a caso
Realizar o primeiro voo na competição	Não permitido
Desrespeito ao espaço aéreo delimitado	Passível de desclassificação
Protestos infundados	Max 25 pontos
Infringir deliberadamente regras de segurança	Desclassificação
Atitudes contra a segurança não previstas	Conforme o caso
Atraso na entrega da documentação exigida na recepção até às 12h da sexta feira imediatamente anterior ao início da Competição de Voo (declaração que o avião já voou, Termo de Concordância com os “Procedimentos Operacionais”, carteira da ABA ou equivalente estrangeira, Freqüência do rádio, Formulário de troca de piloto quando aplicável.) Nota: a falta de qualquer destes documentos impede a equipe de voar, até que a documentação seja providenciada.	10 pontos
Desrespeito / desobediência aos juízes e fiscais.	Mínimo de 10 pontos até desclassificação Avaliado conforme o caso.

#### A.10.4 Relatório e outros documentos – Envio

4 – Relatório e outros documentos – Envio	
Descrição	Penalidade
Atraso de entrega do relatório completo no endereço correto	5 pontos por dia corrido
Envio do relatório para endereço errado	10 pontos
Não envio do vídeo de voo completo da aeronave (Classe Aberta) conforme Seção 8.8.	Proibição do voo no ambiente da Competição
Não apresentar o vídeo do voo da aeronave da Classe Regular ou Micro e este tenha sido requisitado pela Comissão Técnica conforme Seções 7.8 e 9.6 respectivamente	5 pontos
Não enviar a <i>Planilha Eletrônica de Parâmetros e Dados (template)</i> no CD do Relatório de Projeto ou enviá-la no formato incorreto ou faltando dados.	10 pontos

#### A.10.5 Relatório - Formatação

5 – Relatório - Formatação	
Descrição	Penalidade
Relatório não encadernado (encadernação deve ser em espiral)	2 pontos
Número de páginas excedentes	2 pontos/página
Capa incompleta (Falta do número da equipe, nome e nome da escola)	1 ponto
Margem fora do especificado	2 pontos máx
Formato fora do especificado (diferente do A4)	2 pontos
Fonte fora do padrão	1 a 3 pontos
Espaçamento fora do padrão	5 pontos
Falta de uma das cinco cópias do relatório.	10 pontos/cópia
Falta da cópia eletrônica do relatório em CD	10 pontos
Falta de especificações técnicas e de modificações dos motores classe aberta	10 pontos

#### A.10.6 Gráfico de Previsão de Carga Útil – Formatação

6 – Gráfico de Previsão de Carga Útil – Formatação	
Descrição	Penalidade
Gráfico não encadernado	2 pontos
Falta do nome equipe, número e nome da escola no gráfico	1 ponto
Falta da equação linearizada no gráfico	5 pontos
Falta da linha no gráfico	1 ponto

**A.10.7 Plantas - Formatação**

7 – Plantas - Formatação	
Descrição	Penalidade
Falta da Legenda (nome equipe, escola) nas plantas	1 ponto
Falta da planta “3 vistas”	3 pontos
Falta da planta ou da tabela na planta da aeronave desmontada na caixa (classe Micro)	3 pontos
Falta dos quadros de informação nas “3 vistas”	2 pontos
Falta das dimensões especificadas na Seção 7.2 na tabela da planta de “3 vistas” para inspeção dimensional (somente classe Regular).	10 pontos
Falta das dimensões especificadas na Seção 7.6.2 na tabela da planta de “3 vistas” para inspeção dimensional (somente classe Regular).	10 pontos
Plantas fora do formato especificado (A3 ou A2 conforme o caso)	2 pontos
Plantas não encadernadas no relatório	0,2 ponto / planta

## APÊNDICE 11 Modelo de estrutura do relatório

O número de plantas e o formato do papel (A2 ou A3) dependem da classe à que a equipe está inscrita. Checar Seção 11.4

Somente para classes Aberta e Micro

Máximo de 37 páginas para Classe Regular; 35 para a Classe Micro e 45 páginas para Classe Aberta.

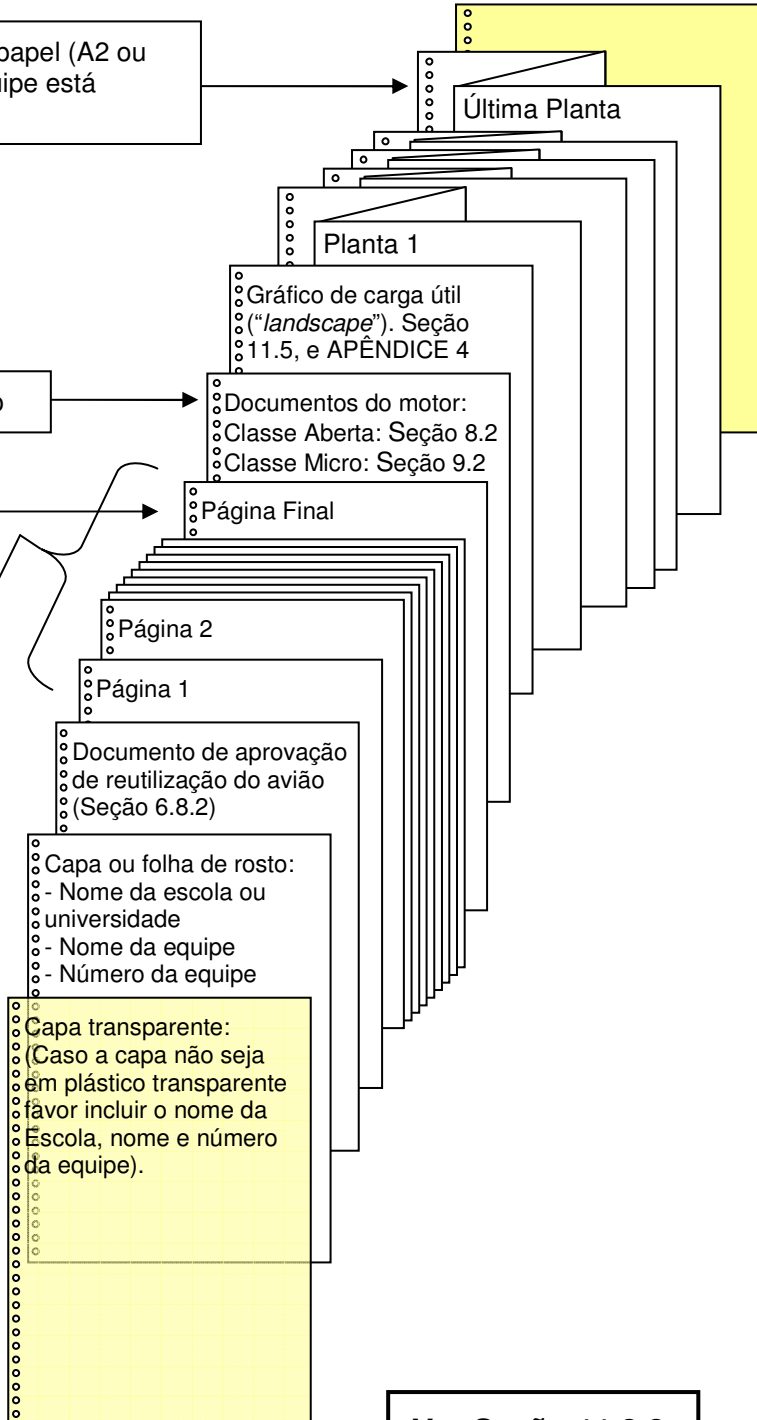
A formatação do relatório deverá ser:

- papel A4
- espaçamento duplo entre linhas,
- fonte: Times New Roman
- tamanho da fonte: 12 (com espaçamento de caracteres Normal).

As margens mínimas deverão ser:

- 2,5 cm à esquerda
- 1,25 cm na superior
- 1,25 cm à direita
- 1,25 cm na inferior.

As margens são áreas não impressas, ou seja, cabeçalhos e/ou rodapés, caso existam, deverão obrigatoriamente respeitar essas margens. Apenas a numeração de página não precisa respeitar essa limitação.



## APÊNDICE 12 Datas e Documentos Importantes

Documento	Quando deve ser entregue
Inscrição	Fevereiro de 2011
Informar os 3 veteranos de AeroDesign para a classe Aberta (Seção 8.1)	No ato da inscrição
Comprovante de pagamento da inscrição e ficha de inscrição	No ato da inscrição
Informar frequência do rádio	SAE irá contatar as equipes
Autorização para reutilização do avião (Seção 6.8.2)	13 de Junho de 2011
Relatório de projeto de hélice (6.14), quando aplicável	20 de junho de 2011
Cinco (5) relatórios encadernados (APÊNDICE 11)	Data máxima de envio sem penalidade: 25 de Julho de 2011  Data máxima de envio com penalidade: 22 de Agosto de 2011.
CD com cópia eletrônica do relatório (Seção 11.2)	
Plantas adicionais e documentos requeridos nas seções 6.14, (Hélices), 8.2 e 9.2 (quando aplicável).	
Comunicação sobre alterações de projeto Alterações de projeto comunicadas até esta data estão sujeitas a penalidades menos severas se comparadas àquelas comunicadas ou identificadas após este prazo.	Até 12 de Setembro de 2011
Comprovante de matrícula no segundo semestre de 2011.	
Relatório de acompanhamento (Classe Aberta). Os itens definidos no Requisitos mínimos (RMPT) DEVEM ser enviados até esta data.	Até 12 de setembro de 2011
Relatório sobre voo monomotor (Classe Aberta)	12 de setembro de 2011
Vídeo de voo da classe Regular e Micro (conforme Seções 7.8 e 9.6): (Bonificação conforme qualidade do vídeo).	26 de Setembro de 2011
Aviso se precisará do piloto SAE	03 de Outubro de 2011
Declaração que o avião já voou	Na recepção da competição (até às 12h do dia 20 de Outubro de 2011)
Termo de concordância com o documento "Procedimentos Operacionais"	
Cópia da carteirinha da ABA para pilotos brasileiros ou similar para as equipes internacionais.	
Formulário de troca de piloto (e para piloto SAE)	20 de Outubro de 2011
Recepção das Equipes	
Vídeo de voo da classe Aberta (conforme Seções 8.8):	Última bateria de classificação
Apresentações orais	<b>20</b> de Outubro de 2011
Competição de Voo	<b>21, 22 e 23</b> de Outubro de 2011
Limite para envio de reclamações de erros de pontuação detectados na ocasião da premiação.	Até 5 dias após o encerramento da competição.
Publicação da pontuação oficial	Até 10 dias após o encerramento da competição.