

| PORTFÓLIO DE SERVIÇO | |
|-----------------------------|--|
| CÓDIGO | TA2EG03 |
| LABORATÓRIO | TA2 – TÚNEL AERODINÂMICO 2 |
| DIVISÃO | ACE – DIVISÃO DE AERODINÂMICA |
| SUBDIRETORIA | SDEG – SUBDIRETORIA DE ENGENHARIA |
| DESCRIÇÃO | ENSAIOS AERODINÂMICOS EXPERIMENTAIS EM TÚNEL DE VENTO DE MODELOS AERONÁUTICOS E ESTRUTURAS EM GERAL |

Descrição do STE

Consiste na realização de ensaios experimentais de escoamentos aerodinâmicos em túnel de vento subsônico utilizando a infraestrutura física disponível na ICT/IAE. Dentre os objetos de ensaio, citam-se perfis de asas de aeronaves, configurações de abertura de pára-quedas, foguetes em situação de lançamento, antenas parabólicas, anemômetros, veículos automotivos, embarcações, estruturas prediais, postes, pontes, lamelas de trânsito, além de material bélico, como bombas e mísseis.

Auxiliariamente, uma completa descrição experimental de uma estrutura de estudo requer a aplicação de métodos experimentais e numéricos para análise e otimização de geometria de produtos considerando os coeficientes aerodinâmicos, aereelasticidade, transferência de calor e massa, desempenho e redução de ruídos.

Sequência ordenada de atividades e tarefas para a prestação do STE

A sequência ordenada de atividades e tarefas da ICT/IAE que serão realizadas para a prestação do serviço técnico especializado na área de aerodinâmica experimental é descrito em detalhes a partir do seguinte ordenado de etapas:

- **Etapa 1. Reunião como solicitante para definir os parâmetros do projeto de ensaio e verificação da possibilidade de atendimento:** Iniciam-se as tratativas por meio de uma reunião técnica, onde a configuração a ser analisada bem como os limites de suas condições de operação é apresentada pelo interessado.
- **Etapa 2. Recebimento dos modelos ou solicitação de confecção:** Após a reunião preliminar e com a definição de condições de análise, ocorre o recebimento dos modelos para o caso da solicitante já possuí-lo ou então é feita a solicitação de confecção, respeitando o limitante de que o modelo deve possuir estruturas de encaixe adaptados para operação no túnel aerodinâmico da ICT/IAE.
- **Etapa 3. Montagem dos modelos na seção de testes do túnel:** Uma vez que tenha sido fornecido o modelo experimental de teste, ocorre então a montagem do mesmo na seção de testes do túnel de vento da ICT/IAE.

- **Etapa 4. Calibração do túnel de vento com o modelo experimental de testes:** Como prática comum em laboratórios de ensaios experimentais em túnel de vento, efetua-se o procedimento de calibração, onde valores de esforços aerodinâmicos são associados a tensões obtidas pela balança do sistema experimental.
- **Etapa 5. Ensaio experimental do escoamento aerodinâmico:** Nesta etapa, acontece o ensaio aerodinâmico experimental propriamente dito, onde valores de velocidade de escoamento, ângulos de deflexão de superfície e demais requisitos estabelecidos com a contratante são realizados.
- **Etapa 6. Análise dos resultados e levantamento das características aerodinâmicas/estruturais solicitadas:** Uma análise minuciosa feita pelo corpo de servidores da ICT/IAE é realizada após o ensaio aerodinâmico em túnel de vento. O pós-tratamento de dados e sua conversão em dados entregáveis é indubitavelmente a variável mais importante desempenhada na presente etapa.
- **Etapa 7. Preparação de Relatórios:** Uma vez concluídas todas as tarefas anteriores, a equipe da ICT/IAE concluirá a confecção dos relatórios acordados no início do projeto com o solicitante. Juntamente com o relatório serão entregues também todas as outras informações previamente acordadas entre a equipe da ICT/IAE e o solicitante, em mídias também definidas previamente.

Pessoal envolvido para realização do STE

O pessoal da ICT necessário para a prestação da STE relacionado com a área de aerodinâmica experimental é o efetivo da Seção de Aerodinâmica Experimental (ACE-LAE) da ICT/IAE. A eles, de acordo com o Regimento Interno do Instituto de Aeronáutica e Espaço, cabe planejar, coordenar e controlar as atividades experimentais de suporte técnico aos ensaios aerodinâmicos, bem como projetar, construir e montar dispositivos mecânicos e modelos a serem utilizados nos túneis aerodinâmicos da ICT/IAE.

Tabela 10 – Definição de pesquisadores envolvidos.

| Serviço técnico especializado | Pesquisadores envolvidos |
|--|--|
| Ensaio aerodinâmico experimental em túnel de vento de modelos aeronáuticos e estruturas em geral | Todo o efetivo da <i>Seção</i> de Aerodinâmica Experimental (ACE-LAE) da ICT/IAE. Por ser o especialista mais experiente, o servidor civil Marcos da Silva e Souza será incumbido de chefiar as atividades do STE. |

Tabela 11 – Número de servidores de nível superior e nível técnico envolvidos nas etapas descritas na seção 4.3.2.

| | |
|---------|--|
| Etapa 1 | 3 Servidores de Nível Superior e 3 Servidores de Nível Técnico |
| Etapa 2 | 2 Servidores de Nível Superior |
| Etapa 3 | 2 Servidores de Nível Superior e 3 Servidores de Nível Técnico |
| Etapa 4 | 3 Servidores de Nível Superior e 3 Servidores de Nível Técnico |
| Etapa 5 | 3 Servidores de Nível Superior e 3 Servidores de Nível Técnico |
| Etapa 6 | 2 Servidores de Nível Superior |
| Etapa 7 | 2 Servidores de Nível Superior |

Insumos, equipamentos e laboratórios utilizados para a realização do STE

Para a realização de ensaios experimentais aerodinâmicos em túnel de vento, uma quantidade diversa de insumos é requerida de acordo com a especificidade do ensaio. Durante a fase de alinhamento de projeto é acertado mediante intermédio de Fundação de Apoio, quais insumos deverão ser adquiridos para o atendimento completo do pedido feito pela solicitante do ensaio.

Como equipamentos a serem utilizados, elencam-se balanças externas, células de carga, sistema de velocimetria por imagem de partículas, sensores de pressão. Em geral, são utilizados também tubos diversos e máquinas de fumaça para apreciação quantitativa e qualitativa do comportamento do escoamento. Inerentemente, são utilizados computadores, programas computacionais de pós processamento de dados e gerenciamento dos túneis e ensaio, ferramentas mecânicas e material básico de segurança de trabalho (EPI). Os equipamentos utilizados variam conforme a solicitação do requisitante do projeto.

Por fim, listam-se os laboratórios da ICT/IAE a serem utilizados na prestação de serviços técnicos especializados como sendo o Túnel de vento TA-2, o Túnel de vento TA-3, o Túnel de vento TTP, Laboratório de Baixa Pressão (LBP), Laboratório de Baixa Força (LBF) e o sistema de Oficinas Mecânicas disponíveis na estrutura organizacional da ICT/IAE.

Cronograma de execução do STE

Utilizando como referência as etapas explicitadas na seção 4.3.2, estima-se que os tempos de execução atendam ao disposto na Tabela 3. Ressalta-se que variações são esperadas em função da complexidade da configuração estrutural a ser atendida pelo STE.

Tabela 12 – Cronograma das etapas.

| | |
|---------|-----------|
| Etapa 1 | 1 semana |
| Etapa 2 | 2 semanas |
| Etapa 3 | 2 semanas |

| | |
|---------|-----------|
| Etapa 4 | 2 semanas |
| Etapa 5 | 8 semanas |
| Etapa 6 | 2 semanas |
| Etapa 7 | 1 semana |

Eventuais certificações e garantias dos resultados obtidos do STE

Após a entrega do relatório final com a análise aerodinâmica experimental feita pela ICT/IAE no STE, o instituto emitirá uma certificação contendo informações técnicas e recomendações para a empresa atendida resolver o problema de engenharia proposto.

Formação dos custos unitários/globais do STE na área de aeroelasticidade

Para o dimensionamento dos custos, o setor administrativo da ICT/IAE será responsável por estabelecer o custo da Hora Laboratório, da Hora Computador e do Homem Hora referentes a ICT/IAE. Para a HL, tem-se como composição as horas em energia, do custo de manutenção de operacionalidade do equipamento e do custo de obsolescência do equipamento diluído em horas utilizadas pelo STE. Para a HC, considera-se o custo dos programas utilizados, de sua atualização e de sua obsolescência. Para o HH, estabelece-se os valores referentes aos custos de serviços de funcionários de Nível Superior e Nível Médio.

Tabela 13 – Composição de custos.

| | Atividade | Qualificação | Carga Horária | Valor por Hora | Valor Total | |
|----------------------|-----------|-----------------|-----------------------|----------------|---------------|--|
| Mão de Obra Dedicada | Etapa 1 | Nível Superior | 60 | R\$ 189,81 | R\$ 11.388,60 | |
| | | Nível Técnico | 60 | R\$ 109,24 | R\$ 6.554,40 | |
| | Etapa 2 | Nível Superior | 100 | R\$ 189,81 | R\$ 18.981,00 | |
| | | Nível Técnico | 0 | R\$ 109,24 | R\$ 0,00 | |
| | Etapa 3 | Nível Superior | 80 | R\$ 189,81 | R\$ 15.184,80 | |
| | | Nível Técnico | 120 | R\$ 109,24 | R\$ 13.108,80 | |
| | Etapa 4 | Nível Superior | 120 | R\$ 189,81 | R\$ 22.777,20 | |
| | | Nível Técnico | 120 | R\$ 109,24 | R\$ 13.108,80 | |
| | Etapa 5 | Nível Superior | 240 | R\$ 189,81 | R\$ 45.554,40 | |
| | | Nível Técnico | 240 | R\$ 109,24 | R\$ 26.217,60 | |
| | Etapa 6 | Nível Superior | 100 | R\$ 189,81 | R\$ 18.981,00 | |
| | | Nível Técnico | 0 | R\$ 109,24 | R\$ 0,00 | |
| | | SUBTOTAL | R\$ 210.837,60 | | | |

| Equipamentos Dedicados e de Apoio (Consumo Energético e Depreciação) | Tipo de Equipamento (Dedicado ou de Apoio) | Equipamento | Valor de Compra (conforme BMP) | Potência do Equipamento (em Watts) | Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (min) | Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (horas) | Consumo em kWh – Durante o tempo de utilização | Custo de Energia (R\$0,78 por kWh) | Depreciação Estimada por Hora de Uso | Valor Depreciado durante o tempo de uso em R\$ |
|---|--|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| | Etapa 2 | Estação de Trabalho | R\$ 1.313,04 | 500 | 1.200 | 20 | 10,00 | R\$ 7,80 | R\$ 0,22 | R\$ 4,36 |
| | Etapa 4 | Equipamento de Calibração | R\$ 0,00 | 1000 | 4.800 | 80 | 80,00 | R\$ 62,40 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 |
| | Etapa 5 | TA-2 | R\$ 250.000,00 | 600.000 | 18.000 | 120 | 72000,00 | R\$ 56.160,00 | R\$ 5,18 | R\$ 622,10 |
| | Etapa 6 | Estação de Trabalho | R\$ 1.313,04 | 500 | 1.200 | 20 | | | | |
| | Etapa 7 | Estação de Trabalho | R\$ 1.313,04 | 500 | 1.200 | 20 | | | | |
| | | | | | | | | R\$ 56.230,20 | | R\$ 626,45 |
| | | | | | | | | | R\$ 56.856,65 | |

| Depreciação de Instalações | Instalação (nome como é conhecido o prédio/laboratório) | Valor estimado da obra | Tempo Estimado de Vida Útil – em anos | Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (horas) | Horas Estimadas de Vida Útil | Depreciação Estimada por Hora de Uso | Valor Depreciado durante o tempo de uso em R\$ |
|----------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|
| | | TÚNEL AERODINÂMICO TA-2 – ACE-L | R\$ 7.901.507,04 | 50 | 120 | 60280 | R\$ 131,08 |
| SUBTOTAL | | | | | | | R\$ 15.729,61 |

| CÁLCULO DO VALOR FINAL DO SERVIÇO | |
|--|-----------------------|
| Mão de Obra Dedicada | R\$ 210.837,60 |
| Custos com Bombeiro | R\$ 4.369,60 |
| Custos com Ambulância / Assistência Médica | R\$ 0,00 |
| Custos com Segurança do Trabalho | R\$ 32.772,00 |
| Custos com Segurança e Defesa | R\$ 0,00 |
| Consumo Energético e Depreciação dos Equipamentos | R\$ 56.856,65 |
| Depreciação de Instalações | R\$ 15.729,61 |
| TOTAL | R\$ 320.565,46 |

Informações que a contratante deve apresentar para apreciação do grau de inovação do STE

De acordo com o estabelecido na Política de Inovação da ICT/IAE, a contratante deve apresentar mediante Carta ao instituto um compêndio de informações acerca da necessidade de realização de STE e que estejam enquadrados nos objetivos da Lei de Inovação de nº 10.973/04, mais especificamente os artigos 4º, 6º, 8º, 9º e 22º, e devidamente verificados pelo Chefe da VDIR-GI/IAE. Um encaminhamento formal será enviado para a Coordenadoria de Gestão da Inovação (DCTA-CGI), para enfim serem aprovados pelo Diretor da ICT/IAE.