

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 aerodinâmicos experimentais em túnel de vento de modelos aeronáuticos e estruturas em geral	Todo o efetivo da Seção 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.