

PORTFÓLIO DE SERVIÇO	
CÓDIGO	LETGEG01
LABORATÓRIO	LETG – LABORATÓRIO DE ENSAIO DE TURBINAS A GÁS
DIVISÃO	APR – DIVISÃO DE PROPULSÃO
SUBDIRETORIA	SDEG – SUBDIRETORIA DE ENGENHARIA
DESCRIÇÃO	ENSAIOS DE TURBINAS A GÁS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

Descrição do STE

O Laboratório de Ensaios de Turbinas a Gás (LETG) é um local dedicado à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias para turbinas a gás de pequeno e médio porte. Uma ampla gama de serviços técnicos especializados é oferecida para atender às necessidades de fabricantes, engenheiros e pesquisadores da indústria aeroespacial e de energia.

Análise de Desempenho do Motor: Ensaios detalhados são realizados para avaliar o desempenho das turbinas a gás, sendo obtidos, entre outros, dados de empuxo, rotação, vazão de combustível, temperatura e pressão. De posse desses dados, obtém, entre outros, resultados de consumo específico de combustível e eficiência da turbina. Os ensaios são realizados para conhecer o desempenho da turbina e para detectar possíveis pontos de melhorias de projeto. Também é possível avaliar a uniformidade do escoamento através da utilização de tinta térmica sensível a temperatura nas regiões quentes do motor, como câmara de combustão e disco de turbina.



Figura 1 – TR-5000, Turborreator de 5000N, projetado pelo IAE em parceria com a AEROCONCEPTS em testes no Laboratório de Ensaios de Turbinas a Gás.

Testes de Durabilidade (Endurance Test): Testes de longa duração são conduzidos para garantir a confiabilidade e a vida útil das turbinas sob condições operacionais extremas. Isso ajuda a identificar pontos críticos e aumentar a resistência dos componentes.

Emprego de Combustíveis Alternativos: O desempenho das turbinas é avaliado utilizando combustíveis alternativos, como biocombustíveis e SAF (Sustainable Aviation Fuel), promovendo soluções mais sustentáveis e eficientes em termos de emissões.

Efeito da Distorção do Escoamento na Entrada do Motor: Investigações são realizadas para entender como variações no escoamento de ar na entrada do motor afetam o desempenho e a estabilidade operacional das turbinas. Isso inclui a análise de fenômenos como fluxo secundário e turbulência.

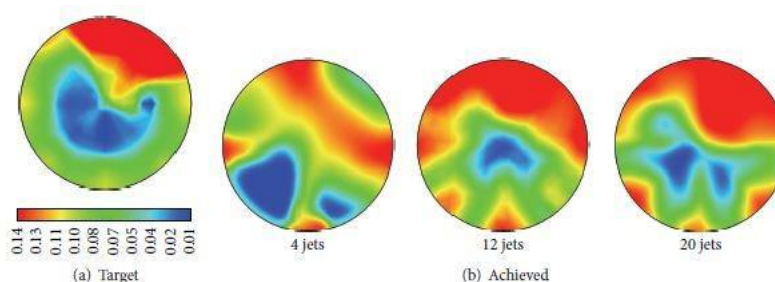


Figura 2 - Representação da distribuição da perda de pressão na entrada do motor devido aos efeitos da distorção do escoamento.

Testes de Ruído e Vibração: Medições e análises dos níveis de ruído e vibração são realizadas para atender às normas de segurança e conforto, além de identificar formas de mitigação para melhorar o desempenho acústico das turbinas.

O laboratório está equipado com as mais recentes tecnologias e segue rigorosos padrões de qualidade para garantir resultados precisos e confiáveis. Comprometido com a inovação e a sustentabilidade, a equipe trabalha em estreita colaboração com clientes para superar desafios técnicos e impulsionar o avanço da tecnologia de turbinas a gás.

Sequência ordenada de atividades e tarefas para a prestação do STE

Para a prestação de serviços no Laboratório de Ensaios de Turbinas a Gás, as atividades e tarefas podem ser organizadas na seguinte sequência:

- 1. Recebimento de Solicitação e Análise de Requisitos (executado pelo IAE):**
 - a. Receber a solicitação do cliente para o serviço de ensaio.
 - b. Realizar uma análise detalhada dos requisitos específicos do cliente e das especificações da turbina, definindo a viabilidade para a realização do serviço.
- 2. Planejamento do Ensaio (executado pelo IAE e pelo cliente):**
 - a. Definir os objetivos do ensaio com base nos requisitos do cliente.
 - b. Elaborar um plano de ensaio detalhado, incluindo cronograma, recursos necessários, e procedimentos a serem seguidos.
 - c. Garantir que todos os aspectos de segurança sejam considerados e planejados.

3. **Preparação do Equipamento e do Laboratório (executado pelo IAE):**
 - a. Verificar e calibrar todos os equipamentos de medição e controle necessários para o ensaio, pertencentes ao IAE. Caso seja necessária instrumentação adicional ao disponível no Laboratório, este será de responsabilidade do cliente.
 - b. Preparar a bancada de testes e assegurar que todas as conexões e configurações estejam corretas.
 - c. Implementar medidas de segurança para proteger os operadores e o equipamento.

4. **Execução do Ensaio (executado pelo IAE e pelo cliente):**
 - a. Realizar os testes conforme o plano estabelecido, monitorando o desempenho da turbina.
 - b. Coletar dados de desempenho, durabilidade, consumo de combustível, emissões, etc.

5. **Elaboração e Entrega de Relatório e de Dados (executado pelo IAE):**
 - a. Elaborar um relatório técnico contendo dados de configuração do motor, objetivos do ensaio, procedimentos adotados no ensaio, observações e anomalias durante o ensaio.
 - b. Entregar o relatório e todos os dados obtidos durante o ensaio ao cliente, apresentando os principais pontos observados.

6. **Discussão de Resultados (executado pelo IAE e pelo cliente):**
 - a. Oferecer suporte técnico para esclarecer dúvidas sobre os resultados e orientar sobre as próximas etapas.

Pessoal envolvido para realização do STE

O pessoal necessário para a prestação do STE relacionado com a área de ensaios de turbinas a gás é o efetivo da Subdivisão de Propulsão Aeronáutica (APR-A) do IAE, ficando a cargo da chefia, a designação dos servidores envolvidos em cada uma das atividades listadas acima.

Tabela 1 – Definição de pesquisadores envolvidos.

Serviço técnico especializado	Pesquisadores envolvidos
Laboratório de Ensaios de Turbinas a Gás serviço,	Todo o efetivo da Subdivisão de Propulsão Aeronáutica do IAE está capacitado para realização do serviço, sendo designados de acordo com atribuições e critérios a serem definidos.

Tabela 2 – Número de servidores de nível superior e nível técnico envolvidos nas etapas descritas.

Etapa 1	1 Servidor de Nível Superior e 1 Servidor de Nível Técnico
Etapa 2	2 Servidores de Nível Superior e 2 de Nível Técnico
Etapa 3	2 Servidor de Nível Superior e 4 de Nível Técnico
Etapa 4	2 Servidores de Nível Superior e 3 de Nível técnico
Etapa 5	2 Servidores de Nível Superior
Etapa 6	2 Servidores de Nível Superior

Insumos, equipamentos e laboratórios utilizados para a realização do STE

A seguinte lista de insumos, equipamento e laboratório serão utilizadas para a realização do ensaio:

1. INSUMOS:

- a. Combustível a ser utilizado:**
 - i. Querosene de aviação;**
 - ii. Etanol;**
 - iii. Gasolina de aviação.**
- b. Lubrificantes:**
 - i. Óleos específicos para a turbina a ser ensaiada;**
 - ii. Graxas específicas para a turbina a ser ensaiada.**
- c. Materiais de calibração:**
 - i. Materiais eletrônicos para a calibração dos sensores (resistores, potenciômetros, etc);**
 - ii. Pesos e referências de calibração.**
- d. Peças de reposição:**
 - i. Filtros;**
 - ii. Juntas;**
 - iii. Buchas**
 - iv. Conectores;**
 - v. Mangueiras.**
- e. Material de Segurança:**
 - i. EPI's;**
 - ii. Extintores;**
 - iii. Kits de emergência.**

2. EQUIPAMENTOS:

- a. Bancada de testes do motor;**
- b. Sensores e transdutores;**
- c. Sistemas de aquisição de dados (NationalInstruments);**
- d. Computadores e softwares de controle e aquisição de dados;**

e. Sistemas de câmeras de monitoramento.

3. LABORATÓRIOS:

- a. Laboratório de Ensaio de Turbinas a Gás;
- b. Laboratório de Ensaio de Combustíveis (opcional);

Estes insumos, equipamentos e laboratórios são essenciais para garantir que os ensaios de turbinas a gás sejam conduzidos com precisão e segurança, proporcionando resultados confiáveis e aplicáveis a diferentes contextos de pesquisa e desenvolvimento.

Cronograma de execução do STE

Utilizando como referência as etapas explicitadas, 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 3 – Cronograma das etapas para realização do ensaio de turbinas a gás.

Etapa 1	1 semana
Etapa 2	2 semanas
Etapa 3	2 semanas
Etapa 4	1 semana
Etapa 5	2 semanas
Etapa 6	1 semana

Tabela 4 – Infraestrutura necessária para realização das etapas.

Étapas 1 e 2	Sala de reunião com recursos midiáticos
Étapas 3 e 4	Laboratório de Ensaios e Turbinas a Gás
Etapa 5	Atividades a serem executadas nas salas internas
Etapa 6	Sala de reunião com recursos midiáticos

Eventuais certificações e garantias dos resultados obtidos do STE

Após a entrega do relatório final do ensaio de turbinas a gás, executado pela ICT/IAE no STE, o instituto emitirá uma certificação para a empresa atendida, contendo informações técnicas sobre o resultado do ensaio, não sendo obrigada a fornecer informações ou sugestões de melhoria para o projeto do cliente.

Formação dos custos unitários/globais do STE na área de turbinas a gás

Para o dimensionamento dos custos, o setor administrativo da ICT/IAE será responsável por estabelecer o custo da Hora Laboratório (HL), da Hora Computador (HC) e do Homem Hora (HH) referentes à 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, estabelecem-se os valores referentes aos custos de serviços de funcionários de Nível Superior e Nível Médio. A tabela a seguir exibe a composição de custos com base nos valores de HL, HC e HH supracitados.

Tabela 5 – Composição de custos.

	Atividade	Qualificação	Carga Horária	Valor por Hora	Valor Total	
Mão de Obra Dedicada	Etapa 1	Nível Superior	40	R\$ 189,81	R\$ 7.592,40	
		Nível Técnico	40	R\$ 109,24	R\$ 4.369,60	
	Etapa 2	Nível Superior	60	R\$ 189,81	R\$ 11.388,60	
		Nível Técnico	60	R\$ 109,24	R\$ 6.554,40	
	Etapa 3	Nível Superior	60	R\$ 189,81	R\$ 11.388,60	
		Nível Técnico	120	R\$ 109,24	R\$ 13.108,80	
	Etapa 4	Nível Superior	60	R\$ 189,81	R\$ 11.388,60	
		Nível Técnico	90	R\$ 109,24	R\$ 9.831,60	
	Etapa 5	Nível Superior	90	R\$ 189,81	R\$ 17.082,90	
		Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00	
	Etapa 6	Nível Superior	60	R\$ 189,81	R\$ 11.388,60	
		Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00	
	SUBTOTAL					R\$ 104.094,10

Depreciação e de Apoio	Tipo de Equipamento (Dedicado ou de Apoio)	Equipamento	Valor de Compra (conforme BMP)	Potência do Equipamento (em Watts)	Tempo de	Tempo de	Consumo em kWh – Durante o tempo de utilização	Custo de Energia (R\$0,78 por kWh)	Depreciação Estimada por Hora de Uso	Valor
					Uso PARA A ATIVIDADE (min)	Uso PARA A ATIVIDADE (horas)				Depreciado durante o tempo de uso em R\$
	Etapa 3	Estação de Trabalho	31.659,20	1.000	1800	30	30	R\$ 23,40	R\$ 5,25	R\$ 157,56
	Etapa 3	LETG	1.313.171,62	271.000	1800	30	8.130	R\$ 6.341,40	R\$ 108,92	R\$ 3.267,68
	Etapa 4	Estação de Trabalho	31.659,20	1.000	2400	40	40	R\$ 31,20	R\$ 5,25	R\$ 210,08
	Etapa 4	LETG	1.313.171,62	271.000	2400	40	10.840	R\$ 8.455,20	R\$ 108,92	R\$ 4.356,91
								R\$ 14.851,20		R\$ 7.992,23
									R\$ 22.843,43	

Depreciação de Instalações	Instalação (nome como é conhecido o prédio/laboratório)	Número / identificação do prédio	Valor estimado da obra	Tempo	Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (horas)	Horas Estimadas de Vida Útil	Depreciação Estimada por Hora de Uso	Valor
				Estimado de Vida Útil – em anos				Depreciado durante o tempo de uso em R\$
	Laboratório de Ensaio de Turbinas a Gás (LETG)	E-0085	R\$ 2.315.762,87	20	70	24112	R\$ 96,04	R\$ 6.722,93
SUBTOTAL								R\$ 6.722,93

CÁLCULO DO VALOR FINAL DO SERVIÇO	
Mão de Obra Dedicada	R\$ 104.094,10
Custo com Bombeiro	R\$ 4.369,00
Custo com Assistência Médica	R\$ 0,00
Custos com Segurança do Trabalho	R\$ 3.277,20
Custo com Segurança e Defesa	R\$ 0,00
Consumo Energético e Depreciação dos Equipamentos	R\$ 22.843,43
Depreciação de Instalações	R\$ 6.722,93
Material de Consumo/Insumos	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 141.307,26

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.