

PORTFÓLIO DE SERVIÇO	
CÓDIGO	LEPREG02
LABORATÓRIO	LEPR - LABORATÓRIO DE ENSAIOS EM PROPULSÃO
DIVISÃO	APR – DIVISÃO DE PROPULSÃO
SUBDIRETORIA	SDEG – SUBDIRETORIA DE ENGENHARIA
DESCRIÇÃO	BANCO DE ENSAIOS DEDICADO A P&D EM PROPULSÃO HÍBRIDA

### Descrição do Serviço Técnico Especializado (STE)

P&D em propulsão híbrida é atividade apoiada por banco de ensaios associado a motor teste (H1) provendo até 1kN de empuxo (BE01kN/H1) e que permite realizar testes que buscam validar o dimensionamento e o desempenho de componentes como injetores, ignitores e combustíveis para o desenvolvimento de tecnologias aplicáveis à propulsores híbridos. O banco provê vazão regulada de oxigênio gasoso (GOx) como oxidante, além de sistema de ignição para eletro pirotécnico e instrumentação para medição e análise do funcionamento de motor teste. A figura 1 mostra a infraestrutura disponível para o ensaio de até 6s de funcionamento nominal do motor teste H1.



Figura 1 - Tiro em banco do motor teste H1

O Motor Teste H1 tem como requisito fornecer 1 kN de empuxo nominal e serve de **plataforma de testes para a pesquisa da propulsão híbrida** como tecnologia alternativa no escopo das competências da Subdivisão de Propulsão Espacial (APR-E/IAE).

O LEPR está habilitado a:

I - Elaborar especificações de facilidades e métodos de ensaios relacionados à motores teste a propelente híbrido;

II - Supervisionar, executar e apoiar atividades de pesquisa, integração, preparação e ensaios de motores teste a propelente híbrido e seus componentes; e

III - Realizar estudos experimentais em fenômenos físico-químicos relacionados à motores teste a propelente híbrido

## **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 propulsão híbrida é descrita a seguir:

- **Etapa 1 - Estudo de Viabilidade.** O interessado deve apresentar o(s) objetivo(s) do ensaio. O LEPR vai analisar a viabilidade do ensaio no contexto dos parâmetros operacionais e de segurança do BE01kN associado ao motor teste H1.
- **Etapa 2 - Requisitos de Operação do BE01kN/H1.** Aprovada a viabilidade do ensaio, o LEPR conduz reuniões técnicas buscando apresentar as condições de operação do BE01kN/H1 que devem nortear a elaboração de documento de Solicitação de Ensaio (SE) por parte do interessado. Nesta etapa são estabelecidos os requisitos funcionais, operacionais, mecânicos, elétricos, ambientais, de desempenho, de interface e de garantia do produto para o a utilização do BE01kN/H1.
- **Etapa 3 - Análise e Validação da SE.** O LEPR avalia a SE produzida pelo interessado com o detalhamento dos objetivos do ensaio e os requisitos preliminares para o desenvolvimento dos testes considerando os propelentes GOx/combustível sólido. As condições de operação e a cronologia dos testes são exemplos das definições contidas na Solicitação de Ensaio apresentada pelo interessado conforme modelo cedido pelo LEPR.
- **Etapa 4 - Cronograma Físico e Financeiro (CFF) do STE.** CFF analisado e validado pelo LEPR considerando as etapas precedentes, o planejamento para a execução do ensaio (SE) e as etapas pós-ensaio. Nesta etapa, o LEPR define o fator de risco do ensaio para nortear a contratação de seguro por parte do interessado.
- **Etapa 5 – Preparação do Motor Teste H1.** O LEPR executa a instalação das interfaces mecânicas e elétricas de sua responsabilidade, a limpeza, a montagem e a integração do Motor H1 adaptado ao objetivo do interessado em termos de combustíveis, injetores, proteções térmicas, insertos da tubeira ou dispositivos de ignição. Nesta etapa preliminar ao ensaio a quente são executados testes de estanqueidade do sistema de alimentação do BE01kN, finalizando com ensaio a frio do motor teste H1, integrado ao banco, com fluido inerte.
- **Etapa 6 - Execução da SE.** Ensaio a quente no BE01kN/H1.
- **Etapa 7 - Desinstalação do Motor Teste H1.** O LEPR executa a remoção do motor H1, das interfaces mecânicas e elétricas, e promove a desmontagem e limpeza para devolução ao interessado dos componentes objetos do ensaio.
- **Etapa 8 - Relatório de Ensaio.** LEPR elabora Relatório de Ensaio e disponibiliza os dados brutos dos testes em favor do interessado assim como medições pertinentes aos objetivos do ensaio.
- **Etapa 9 - SGQ.** Em atendimento a garantia da qualidade da ICT/IAE do serviço prestado.

## **Pessoal envolvido para realização do STE**

O pessoal da ICT necessário para a prestação da STE é o efetivo do Laboratório de Ensaio de Propulsão (LEPR), da Divisão de Propulsão da ICT/IAE. De acordo com o Regimento Interno do Instituto de Aeronáutica e Espaço, cabe ao LEPR a realização de testes relacionados a pesquisa e desenvolvimento em propulsão espacial. Neste contexto ficam cobertas as atividades/competências de Gestão, Planejamento e Logística; Controle, Aquisição e Tratamento de Dados; Operação do banco; Segurança Operacional e Sistema de Ignição.

Tabela 1 – Competências dos Recursos Humanos envolvidos.

<b>Serviço técnico especializado</b>	<b>RH</b>
Gestão, Planejamento e Logística	Chefe, Adjunto e Encarregado Técnico (03)
Controle, Aquisição e Tratamento de Dados	Encarregado Técnico e 02 Engenheiros
Manuseio e Operação do banco	Efetivo do LEPR
Segurança Operacional	Encarregado Técnico e 01 Engenheiro
Sistema de Ignição	Encarregado Técnico, 01 Engenheiro e 01 Técnico

O efetivo do LEPR opera com quatro engenheiros efetivos, cinco engenheiros colaboradores, três técnicos efetivos e 01 técnico colaborador.

Tabela 2 – Número de servidores de nível superior e nível técnico envolvidos nas etapas de 1 a 9.

Etapa 1	03 Servidores de Nível Superior
Etapa 2	03 Servidores de Nível Superior
Etapa 3	03 Servidores de Nível Superior e 01 Engenheiro colaborador
Etapa 4	03 Servidores de Nível Superior e 01 Engenheiro colaborador
Etapa 5	Efetivo completo (13)
Etapa 6	Efetivo completo (13)
Etapa 7	Efetivo completo (13)
Etapa 8	03 Servidores de Nível Superior e 01 Engenheiro colaborador
Etapa 9	01 Servidor de Nível Superior

### **Insumos, equipamentos e laboratórios utilizados para a realização do STE**

Todos os insumos para a realização do STE são de responsabilidade do interessado. Caso seja de interesse, a manufatura e o carregamento do grão combustível podem ser objeto de outro STE da ICT/IAE. Adicionalmente, ensaios a quente requerem apoio de H/H e Equipamentos relativos à segurança operacional. Neste contexto, a disponibilidade de Bombeiros e Ambulância não foi contabilizada neste descritivo de STE, dependendo do planejamento e da cronologia do ensaio. O custo do referido apoio será objeto da Etapa 4 com a elaboração do cronograma físico e financeiro do STE, ocasião para avaliar a necessidade e a amplitude do apoio. Ensaios a quente implicam em fator de risco operacional importante (etapa 4), cabendo ao interessado, obrigatoriamente, a contratação de seguro para o caso de explosão ou danos parciais ao BE01kN/H1.

### **Observações complementares:**

- Não é possível definir um cronograma físico e financeiro do STE antes de concluída a Etapa 4.
- O Relatório de Ensaio emitido pelo LEPR trata da apresentação dos resultados obtidos com avaliação qualitativa dos dados de ensaio em termos de empuxo, pressão na câmara, pressão de injeção e vazão mássica. São registradas as medições em conformidade com o(s) objetivo(s) do ensaio.

- Análise térmica e filmagem em alta velocidade são itens adicionais, não contabilizados, a disposição do interessado.
- A contratação de análise no contexto da P&D do interessado deve ser alvo de Etapa complementar assim como eventuais certificações e garantias dos resultados obtidos do STE.

### **Formação dos custos unitários/globais do STE**

Para o dimensionamento dos custos, o setor administrativo da ICT/IAE será responsável por estabelecer o custo da Hora Laboratório (HL) e do Homem Hora (HH) referentes ao STE. Para a HL, tem-se como composição as horas em energia, do custo de manutenção de operacionalidade do BE01kN/H1 e do custo de obsolescência do equipamento diluído em horas utilizadas pelo STE. Para o HH, estabelecem-se os valores referentes aos custos de serviços de funcionários de Nível Superior e Nível Médio. A tabela a seguir exhibe a composição de custos com base nos valores de HL e HH supracitados, tomando por exemplo um cronograma físico de 30 horas por semana e uma (01) semana por etapa.

Tabela 3 – Composição de custos H/H.

Atividade	Quantidade	Qualificação	Carga Horária	Valor por Hora	Valor Total
Etapa 1	3	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 17.082,90
	0	Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00
Etapa 2	3	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 17.082,90
	0	Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00
Etapa 3	4	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 22.777,20
	0	Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00
Etapa 4	4	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 22.777,20
	0	Nível Técnico	30	R\$ 109,24	R\$ 0,00
Etapa 5	9	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 51.248,70
	4	Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00
Etapa 6	9	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 51.248,70
	4	Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00
Etapa 7	9	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 51.248,70
	4	Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00
Etapa 8	4	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 22.777,20
	0	Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00
Etapa 9	1	Nível Superior	30	R\$ 189,81	R\$ 5.694,30
	0	Nível Técnico	0	R\$ 109,24	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 261.937,80</b>			

## Depreciação das Instalações

A estimativa de um valor de depreciação de bancos dedicados a ensaios em propulsão espacial é complexa. Considerou-se 30hs referentes as Etapas 5 e 6. Segue estimativa de referência:

Tabela 4 – Depreciação das Instalações

Instalação	Id Prédio	Valor estimado das instalações	Tempo Estimado de Vida Útil (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\$
LEPR	E-011	R\$ 2.500.000,00	50	30	60280	R\$ 41,47	R\$ 1.244,19

## Consumo Energético e Depreciação dos Equipamentos

Depreciação dos Equipamentos e Consumo energético conforme tabela 5 a seguir:

Tabela 5 – Depreciação dos Equipamentos e Consumo energético

ETAPA	Equipamento	Valor	Potência do Equipamento (em Watts)	Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (min)	Tempo Estimado Vida Útil – em anos	Custo de Manutenção por hora de uso em R\$	Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (horas)	Consumo em kWh Durante o tempo de utilização	Custo de Energia (R\$, 78 por kWh)	Horas Estimadas de Vida Útil	Depreciação Estimada por Hora de Uso	Valor Depreciado durante o tempo de uso em R\$	Custo de Manutenção durante o tempo de uso em R\$
5	BE01kN	R\$ 2,5M	22k	30,00	50	R\$ 0,00	0,500	11,00	R\$ 8,58	60280	R\$ 41,47	R\$ 20,74	R\$ 0,00
6	BE01kN	R\$ 2,5M	22k	0,100	50	R\$ 0,00	0,002	0,04	R\$ 0,03	60280	R\$ 41,47	R\$ 0,07	R\$ 0,00
									R\$ 8,61			R\$ 20,81	R\$ 0,00
<b>SUBTOTAL</b>												<b>R\$ 29,41</b>	

## Composição final do STE

Tabela 6 – Composição final do STE

<b>CALCULO DO VALOR FINAL DO SERVIÇO</b>	
Mão de Obra Dedicada	R\$ 261.937,80
Consumo Energético e Depreciação dos Equipamentos	R\$ 29,41
Depreciação de Instalações	R\$ 1.244,19
Material de Consumo/Insumos	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 263.211,40</b>

### **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.