

PORFÓLIO DE SERVIÇO	
CÓDIGO	LEVCTE01
LABORATÓRIO	LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE VIBRAÇÃO E ACÚSTICA
DIVISÃO	AIE – DIVISÃO DE INTEGRAÇÃO E ENSAIOS
SUBDIRETORIA	SDTE – SUBDIRETORIA TÉCNICA
DESCRIÇÃO	ENSAIOS DE VIBRAÇÃO MECÂNICA, CHOQUE MECÂNICO, ANÁLISE MODAL EXPERIMENTAL E OPERACIONAL, ANÁLISE DOS DADOS E A PREDIÇÃO DE AMBIENTES ACÚSTICOS E VIBROACÚSTICOS

Descrição do Sistema Técnico Especializado

O Laboratório de Ensaios de Vibração e Acústica (LEVC) da Divisão de Integração e Ensaios do IAE realiza ensaios e medições de vibração mecânica, choque mecânico, análise modal experimental e operacional, bem como a predição de ambientes acústicos e vibro-acústicos.

A Figura 1 apresenta o vibrador LDS V8, uma das máquinas do LEVC que são utilizadas para os ensaios de vibração e de choque mecânico. Esse vibrador possui as seguintes características:

- Força aleatória: 66 kN rms;
- Força Senoidal: 60 kN (pico);
- Deslocamento: 31,75 mm (pico);
- Velocidade: 1,8 m/s (pico);
- Aceleração: 100 g rms;
- Frequência (máx.): 2,5 kHz;
- Carga máxima (payload): 600 kg.



Figura 1 – Vibrador LDS V8.

Sequência ordenada de atividades e tarefas para a prestação do STE

O sistema de gestão implantado nos laboratórios que prestam o Serviço Técnico Especializado - STE é baseado na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, com o intuito de promover a confiança na operação de laboratórios, além de garantir que eles operem de forma competente e sejam capazes de gerar resultados válidos. Em consonância com essa norma, a sequência ordenada de atividades e tarefas da ICT/IAE que serão realizadas para a prestação do serviço técnico especializado na área de ensaios ambientais é descrita nas seguintes etapas:

- **Etapa 1. Reunião de Análise Crítica de Pedido ou Proposta:** Inicialmente, uma reunião de análise crítica é realizada para selecionar os métodos ou procedimentos apropriados para atender aos requisitos do solicitante e definir as configurações de ensaios. Também, são tratados assuntos como dispositivos e insumos necessários à realização do ensaio. Ao final dessa etapa, um orçamento é enviado ao cliente que, em caso afirmativo, deverá providenciar o projeto e fabricação dos dispositivos necessários, bem como fornecer os insumos;
- **Etapa 2. Entrega dos itens para o ensaio:** O cliente envia o item de ensaio, bem como os dispositivos e insumos ao laboratório. Será feita a integração do dispositivo de ensaio no vibrador para verificação de compatibilidade;

- **Etapa 3. Preparação, montagem e programação do(s) equipamento(s) do laboratório para o ensaio:** Nesta fase são realizadas a integração e instrumentação do item a ser ensaiado no equipamento de ensaio e a implementação e testes dos programas de ensaio;
- **Etapa 4. Realização do ensaio:** O ensaio é realizado conforme a norma especificada e os procedimentos operacionais do LEVC; e
- **Etapa 5. Relato dos resultados:** Após a realização do(s) ensaio(s), inicia-se a confecção do relatório de ensaio que, após concluído, é enviado ao cliente via cadeia de comando.

Na Tabela 1 consta a definição de coordenadores envolvidos neste serviço técnico especializado. Na Tabela 2 consta o número de servidores envolvidos em cada uma das etapas da execução do serviço.

Tabela 1 – Definição de coordenadores envolvidos.

Serviço técnico especializado	Coordenadores envolvidos
Testes de desenvolvimento e qualificação de componentes e subsistemas que fazem parte dos veículos lançadores e sistemas aeronáuticos.	MAJ THIAGO BRAIDO NOGUEIRA DE MELO como Coordenador Geral CV VANDERLEI DE OLIVEIRA GONÇALVES como Coordenador Técnico

Tabela 2 – Número de servidores de nível superior e nível técnico envolvidos

	Nível superior	Nível técnico
Etapa 1	1	1
Etapa 2	1	1
Etapa 3	1	1
Etapa 4	1	1
Etapa 5	1	---

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 dos ensaios e da quantidade de etapas a ser atendida pelo STE. Na Tabela 4 consta a infraestrutura necessária prevista para a realização das etapas.

Tabela 3. Cronograma das etapas para realização do ensaio dinâmico

Etapas	Número de horas
Etapa 1	8 horas
Etapa 2	2 horas
Etapa 3	4 horas
Etapa 4	8 horas
Etapa 5	32 horas

Tabela 4 – Infraestrutura necessária para realização das etapas do ensaio dinâmico

Etapas	Infraestrutura
Etapa 1	Sala de reunião e Estação de Trabalho 1
Etapa 2	Local de ensaio do LEVC, vibrador, torquímetro e ferramentas.
Etapa 3	Local de ensaio e sala de controle do LEVC, equipamentos (vibrador, acelerômetros e sistema de controle), torquímetros e ferramentas.
Etapas 4	Local de ensaio, sala de controle e sala de facilidades do LEVC, equipamentos (vibrador, acelerômetros, sistema de controle e de aquisição de dados) e ferramentas.
Etapa 5	Estação de trabalho 2

Eventuais certificações e garantias dos resultados obtidos do STE

O Relatório de Ensaio emitido após a execução das medições e/ou ensaio contempla as boas práticas contidas na Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017, onde todos os equipamentos utilizados que requerem certificado de calibração estarão dentro do prazo de vencimento, todas as atividades seguem procedimentos emitidos com controle de versão e o pessoal envolvido no ensaio possui o devido conhecimento e treinamento adequado.

Formação dos custos unitários / globais do STE

Para o dimensionamento dos custos, a ICT/IAE será responsável por estabelecer o custo da Hora Laboratório (HL), da Hora Computador (HC) e do Homem-Hora (HH) 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, estabelecem-se os valores referentes aos custos de serviços de funcionários de nível superior e nível médio. A Tabela 5 mostra a composição de custos com base nos valores de HL, HC e HH supracitados.

Tabela 5 – Composição de custos – Recursos Humanos

Mão de Obra Dedicada	Atividade	Qualificação	Carga Horária (h)	Valor por Hora (R\$)	Valor Total (R\$)
	Etapa 1	Nível Superior	8h	189,81	1.518,48
		Nível Técnico	4h	109,24	436,96
	Etapa 2	Nível Superior	1h	189,81	189,81
		Nível Técnico	2h	109,24	218,48
	Etapa 3	Nível Superior	1h	189,81	189,81
		Nível Técnico	4h	109,24	436,96
	Etapa 4	Nível Superior	2h	189,81	379,62
		Nível Técnico	8h	109,24	873,92
	Etapa 5	Nível Superior	32h	189,81	6.073,92
		Nível Técnico	---	109,24	---
SUBTOTAL					10.317,96

Infraestrutura do Laboratório

O LEVC possui os seguintes equipamentos:

- **Vibradores:**
 - Vibrador Eletrodinâmico LDS, Modelo V850, Capacidade 22 kN;
 - Vibrador Eletrodinâmico LDS, Modelo V824, Capacidade 24 kN;
 - Vibrador Eletrodinâmico LDS, Modelo V8, Capacidade 60 kN.
 - Vibrador Eletrodinâmico UD, Modelo T-1000, Capacidade 75 kN; e
 - Vibrador Eletrodinâmico LDS, Modelo V994, Capacidade 266 kN
- **Máquina de Choque Mecânico** M/RAD, Modelo 1616 200P, carga máxima do espécime 90 kg, velocidade de queda livre 10,2 m/s.
- **Softwares:**
 - Software de Análise Modal Experimental (Connect da Brüel & Kjaer e DeweSoft);
 - Software de Análise Modal Operacional (SVS); e
 - Software de Análise de Vibração e Choque Mecânico (Connect da Brüel & Kjaer).
- **Sistemas de aquisição de dados:**
 - Sistema de Aquisição de Dados Brüel&Kjaer, Modelo 3050-A-060, 50 kHz;
 - Sistema de Aquisição de Dados Brüel&Kjaer, Modelo 3560;
 - Sistema de Aquisição de dados Dewesoft; e
 - Sistema de Medição por telemetria KMT (Dewesoft).
- **Sensores:**
 - Transdutor de Força Dinâmica Endevco, Modelo 2311-10;

- Acelerômetros Brüel&Kjaer, diversos modelos e aplicações; e
- Transdutor de Força - Impact Hammer Brüel&Kjaer, Modelo 8206.

Além dos equipamentos, disponíveis no LEVC, cada tipo de ensaio poderá necessitar de insumos específicos os quais deverão ser fornecidos e/ou resarcidos pelo cliente.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores de compra, potência, tempo de uso para esta atividade, consumo durante o tempo de utilização, custo de energia, depreciação estimada pelo uso e depreciação durante o tempo de uso dos equipamentos dedicados e de apoio. As depreciações das instalações são apresentadas na Tabela 7. Por fim, na Tabela 8, consta o cálculo final do serviço.

Tabela 6. Equipamentos dedicados e de apoio.

Equipamentos Dedicados e de Apoio (Consumo Energético e Depreciação)	Tipo de Equipamento (Dedicado ou de Apoio)	Equipamento	Valor de Compra R\$	Potência do Equipamento (Watts)	Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (min)	Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (horas)	Consumo Durante o tempo de utilização (kWh)	Custo de Energia (R\$0,78 por kWh) R\$	Depreciação Estimada por Hora de Uso	Valor Depreciado durante o tempo de uso em R\$
Etapa 1	Estação de Trabalho 1		9.000,00	500	360	6	3	R\$ 2,34	R\$ 1,49	R\$ 8,96
Etapa 2	Vibrador V8		3.293.710,13	60.000	120	2	---	R\$ 93,60	R\$ 273,20	R\$ 546,40
	Torquímetro		2.800,00	---	6	0,1	---		R\$ 0,20	R\$ 0,02
	Ferramentas		2.500,00	---	12	0,2	---		R\$ 0,20	R\$ 0,04
Etapa 3	Vibrador V8		3.293.710,13	60.000	240	4	---	R\$ 187,20	R\$ 273,20	R\$ 1.092,80
	Acelerômetro de controle		5.384,78	---	240	4	---		R\$ 0,45	R\$ 1,79
	Acelerômetro de resposta		12.013,71	---	240	4	---		R\$ 1,00	R\$ 3,99
	Sistema de controle		616.951,00	500	240	4	2	R\$ 1,56	R\$ 102,35	R\$ 409,39
	Torquímetro		2.800,00	---	12	0,2	---		R\$ 0,25	R\$ 0,05
	Ferramentas		2.500,00	---	18	0,3	---		R\$ 0,20	R\$ 0,06
Etapa 4	Vibrador V8		3.293.710,13	60.000	480	8	480	R\$ 374,40	R\$ 273,20	R\$ 2.185,61
	Acelerômetro de controle		5.384,78	---	480	8	---		R\$ 0,45	R\$ 3,57
	Acelerômetro de resposta		12.013,71	---	480	8	---		R\$ 1,00	R\$ 7,97
	Sistema de controle e aquisição de dados		616.951,00	500	480	8	4	R\$ 3,12	R\$ 102,35	R\$ 818,78
	Ferramentas		2.500,00	---	12	0,2	---		R\$ 0,20	R\$ 0,04
Etapa 5	Estação de trabalho 2		9.000,00	500	1.920	32	16	R\$ 12,48	R\$ 1,49	R\$ 47,78
								R\$ 674,70	R\$ 1.031,22	R\$ 5.127,25

Tabela 7. Depreciação de Instalações.

Depreciação de Instalações		Instalação (nome como é conhecido o prédio/laboratório)	Número / identificação do prédio	Valor estimado da obra R\$	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\$
	Etapa 1	Laboratório de Ensaios Dinâmicos	E-012 (área 12 m ²)	6.559.314,00	50	8	60280	R\$ 1,32	R\$ 10,54
	Etapa 2	Laboratório de Ensaios Dinâmicos	E-012 (área 364 m ²)	6.559.314,00	50	2	60280	R\$ 39,95	R\$ 79,90
	Etapa 3	Laboratório de Ensaios Dinâmicos	E-012 (área 472 m ²)	6.559.314,00	50	4	60280	R\$ 51,80	R\$ 207,20
	Etapa 4	Laboratório de Ensaios Dinâmicos	E-012 (área 514 m ²)	6.559.314,00	50	8	60280	R\$ 56,41	R\$ 451,28
	Etapa 5	Laboratório de Ensaios Dinâmicos	E-012 (área 20 m ²)	6.559.314,00	50	40	60280	R\$ 2,20	R\$ 87,80
		Laboratório de Ensaios Dinâmicos					SUBTOTAL		R\$ 836,72

Tabela 8. Cálculo do valor final do serviço.

Descrição	Valor (R\$)
Mão de Obra Dedicada	10.317,96
Consumo Energético e Depreciação dos Equipamentos	5.801,95
Depreciação de Instalações	836,72
TOTAL	16.956,63

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 de Aeronáutica e Espaço (IAE) 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 Coordenadoria de Gestão da Inovação (IAE-CGI). Um encaminhamento formal será enviado para a Comissão de Avaliação em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (IAE-CAPDI) da ICT e à Coordenadoria de Gestão da Inovação do DCTA (DCTA-CGI), para serem aprovados pelo Diretor da ICT/IAE.