

<b>PORTFÓLIO DE SERVIÇO</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>LPIREG09</b>
<b>LABORATÓRIO</b>	<b>LPIR – LABORATÓRIO DE PIROTECNIA</b>
<b>DIVISÃO</b>	<b>APR –DIVISÃO DE PROPULSÃO</b>
<b>SUBDIRETORIA</b>	<b>SDEG – SUBDIRETORIA DE ENGENHARIA</b>
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ENSAIO DE SENSIBILIDADE AO ATRITO (BAM) EM MATERIAL ENERGÉTICO.</b>

**Descrição do STE:**

No manuseio de materiais energéticos, o atrito é o estímulo mais difícil de eliminar, pois está presente de alguma maneira no manuseio, na mistura e na embalagem, associado com rotação, deslizamento, prensagem ou raspagem.

O intuito deste ensaio é medir a resposta de materiais energéticos a um estímulo de atrito gerado entre duas superfícies de porcelana rugosas. Uma carga é aplicada no material e os resultados são registrados como energia em Newtons e determina 50% de probabilidade de uma reação positiva. O aparelho utilizado é designado sob o nome de aparelho BAM e o procedimento de ensaio pode ser encontrado em diferentes normas internacionais. A norma aplicada nesta ICT é a NF T70-503 Matériaux énergétiques de défense – Sécurité, vulnérabilité – Sensibilité au frontement – Épreuve à l'appareil BAM da AFNOR (Association Française de Normalisation).

**1. Objetivo do ensaio:** Determinar a faixa de energia em Newtons que o material energético responde positivamente em 50% das tentativas.

**2. Considerações iniciais:**

2.1 As características físicas do material influenciam diretamente na sua sensibilidade ao atrito. Estudos mostraram que o formato do cristal não tem influência na sensibilidade, mas o tamanho do grão sim: quanto menor o grão, mais sensível é o material, pois é necessária menos energia para iniciar a ignição;

2.2 As placas e pinos de porcelana deverão estar em acordo com o solicitado pela Norma NF T70-503, assim como as amostras deverão ser preparadas de acordo com as especificações apresentadas.

2.3 Os resultados são avaliados pela análise estatística de Bruceton descrito no Anexo A da supracitada norma.

**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 sensibilidade ao atrito de material energético é descrito em detalhes a partir do seguinte ordenado de etapas:

**Etapa 1. Reunião inicial com o solicitante para a definição de figuras de mérito entregáveis:** Inicialmente, por uma reunião técnica, a configuração a ser analisada bem como os limites de suas condições de operação é apresentada ao interessado.

**Etapa 2. Análise da solicitação do serviço Técnico Especializado:** Após a reunião preliminar e definida as condições de análise, uma análise do serviço solicitado quanto a possibilidade em atender com equipamento, condições ambientais, amostragem, insumos, profissionais habilitados e outros.

**Etapa 3. Realização do ensaio de sensibilidade ao atrito:** Realizar o ensaio de sensibilidade ao atrito no Aparelho BAM com pinos e placas de porcelana.

**Etapa 4. Preparação de Relatórios:** Após a realização do ensaio, prepara-se um relatório com os resultados do ensaio, bem como equipamentos utilizados, profissionais envolvidos, condições climáticas, entre outros.

### ***Pessoal envolvido para realização do ensaio de sensibilidade ao atrito de material energético***

O pessoal da ICT necessário para a prestação da STE relacionado com a área de sistemas pirotécnicos aeroespaciais é o efetivo do Laboratório de Pirotecnia (LPIR) da ICT/IAE. A eles, de acordo com o Regimento Interno do Instituto de Aeronáutica e Espaço, cabe executar análises físicas e químicas de composições pirotécnicas.

A execução desse ensaio se dá pelo gerente técnico e por técnicos aptos para a atividade.

**Tabela 1 – Definição de servidores envolvidos.**

<b>Serviço técnico especializado</b>	<b>Gerente técnico</b>
Técnicos com treinamento no ensaio e cumprindo todos os procedimentos de segurança necessários	Engenheiro Químico

**Tabela 2 – Número de servidores de nível superior e nível técnico envolvidos nas etapas descritas na Sequência ordenada de atividades e tarefas para a prestação do STE**

Todas as etapas	2 Servidores de Nível Superior
Todas as etapas	1 Servidor de Nível Técnico

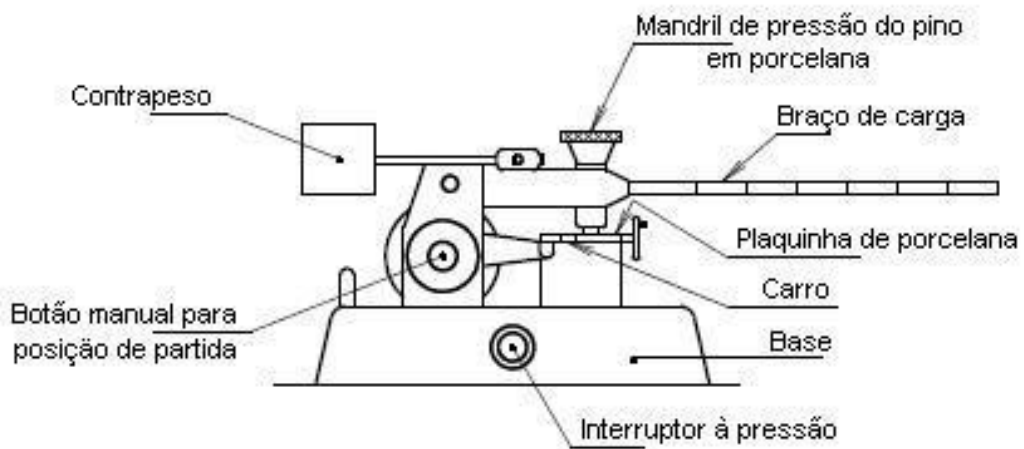
## **Insumos, equipamentos e laboratórios utilizados para a realização do ensaio de sensibilidade ao atrito de material energético**

### **1) Equipamentos**

- a) Aparelho de sensibilidade ao atrito BAM (figura 1);
- b) Pesos para ensaio;
- c) Balança analítica.



**Figura 1:** Aparelho BAM de sensibilidade ao atrito



**Figura 2:** Esquema de ensaio de atrito

### **2) Insumos**

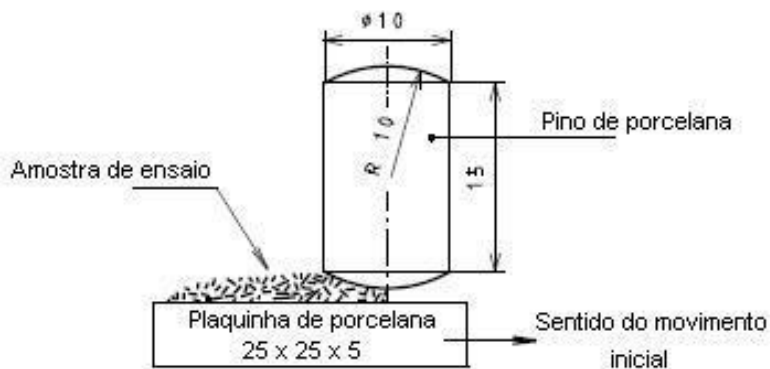
- a) Pinos de porcelana conforme norma NF T70-503: diâmetro de 10 mm e um comprimento de 15 mm. Suas extremidade, que são rugosas, possui uma forma hemisférica (raio de cobertura de 100 mm).
- b) Placas de porcelana conforme norma NF T70-503: 25x25x5 mm<sup>2</sup>. As duas faces das plaquinhas são estriadas.

### **3) Amostragem**

- a) A amostra deve conter um volume de 10 mm<sup>3</sup>, medidos com a ajuda de um carregador. Caso não haja um carregador disponível, calcular a massa da amostra baseada em sua densidade aparente.

- b) Amostras compactas devem ser trabalhadas para obtenção de uma lâmina de 0,40 0,05 mm de espessura e cerca de 15 mm de comprimento.

O conjunto carregado para ensaio está demonstrado na Figura 3 a seguir.



**Figura 3:** Conjunto carregado para ensaio

### ***Cronograma de execução do ensaio de sensibilidade ao atrito de material energético***

Utilizando como referência as etapas explicitadas na sequência ordenada de atividades, estima-se que o tempo de execução seja de no máximo 4 horas para cada lote de amostras (preparação da amostra e tempo de ensaio) e o prazo de uma semana para entregar o relatório devidamente assinado.

### ***Infraestrutura necessária para realização do ensaio de sensibilidade ao atrito de material energético***

O Laboratório de Pirotecnia conta com diversos laboratórios, dentre eles o Laboratório 2, equipado com malha de aterramento para que o servidor envolvido no ensaio possa conectar uma pulseira antiestática para manipular o material energético. O piso do laboratório é dissipativo e aterrado, sendo necessário o uso de sapatos condutivos. O Laboratório 2 possui uma capela para exaustão para os gases emitidos pelo processo de queima do material pelo atrito.

### ***Eventuais certificações e garantias dos resultados obtidos ensaio de sensibilidade ao atrito de material energético***

Após a Etapa 4 (preparação de relatório), o Laboratório de Pirotecnia (APR-LPIR) produz o boletim de resultados final para entrega ao solicitante.

### ***Formação dos custos unitários/globais do ensaio de sensibilidade ao atrito de material energético***

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 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 LPIR. 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 exhibe a composição de custos com base nos valores de HL, HC e HH supracitados.

**Tabela 3 – Composição de custos considerando 4 horas de ensaio (1 lote de amostras)**

Mão de Obra Dedicada	Atividade	Qualificação	Carga Horária	Valor por Hora	Valor Total
	Execução do ensaio	Nível técnico	4	R\$ 109,24	R\$ 327,72
		Nível técnico	4	R\$ 109,24	R\$ 327,72
	Elaboração de relatório	Nível técnico	30	R\$ 109,24	R\$ 3.277,20
		Nível superior	30	R\$ 189,81	R\$ 5.694,30
<b>SUBTOTAL</b>	<b>R\$ 9.626,94</b>				
Segurança do Trabalho	Atividade	Qtde	Carga Horária	Valor por Hora	Valor Total
	Execução do ensaio	1	1	R\$ 109,24	R\$ 109,24
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>R\$ 109,24</b>			

Depreciação e de Apoio	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\$
	Apoio	Medidor de pulseiras e sapatos (EPIs)	R\$ 2.150,00	15	30	0,5	0,075	R\$ 0,06	R\$ 0,04	R\$ 0,02
	Apoio	Balança analítica	R\$ 798,00	12	120	2	0,006	R\$ 0,01	R\$ 0,05	R\$ 0,10
	Apoio	Condicionador de ar	-	1100	240	4	4,4	R\$ 3,43	R\$ 0,03	R\$ 0,12
	Dedicado	Aparelho BAM	-	2500	240	4	1,0	R\$ 0,78	R\$ 0,04	R\$ 0,16
	Apoio	Computador Lenovo	R\$ 1.480,85	725	240	4	2,9	R\$ 2,26	R\$ 0,04	R\$ 0,16
								<b>R\$ 6,54</b>		<b>R\$ 0,56</b>
									<b>R\$ 7,10</b>	

Material de Consumo / Insumos	Descrição do Material	Unidade de Uso (Kg, L, m3, m2, m, cm)	Quantidade	*Custo por unidade (Kg, L, m3, m2, m, cm)	Custo Final
	Placa de porcelana (Ref. 781-0206)	um	20	32,97	R\$ 659,40
	Pino de porcelana (Ref. 781-0207)	um	30	16,48	R\$ 494,55
<b>SUBTOTAL</b>					<b>R\$ 1.153,95</b>

\* Material importado, valores variam de acordo com o mercado. Cotação de 18/09/2023 para referência.

Depreciação de	Instalações	Instalação (nome como é conhecido o prédio/laboratório)	Número / identificação do prédio	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\$
		SUBDIVISÃO DE PIROTECNIA – APR-X (Laboratório 2)	E-130	R\$ 40.218,21	50	4	60.280	0,67	R\$ 2,68
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 2,68</b>

<b>CÁLCULO DO VALOR FINAL DO SERVIÇO</b>	
<b>Mão de Obra Dedicada</b>	<b>R\$ 9.626,94</b>
<b>Segurança do Trabalho</b>	<b>R\$ 109,24</b>
<b>Consumo Energético e Depreciação dos Equipamentos</b>	<b>R\$ 7,10</b>
<b>Depreciação de Instalações</b>	<b>R\$ 2,68</b>
<b>Material de Consumo/Insumos*</b> (Valores de referência de 18/09/2023)	<b>R\$ 1.153,95</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 10.899,91</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.



