

## Projeto Desenvolvimento de bancada didática para estudo de motores de combustão interna

<b>Nome do Projeto</b>	Desenvolvimento de bancada didática para estudo de motores de combustão interna	<b>Código</b>	241031
		<b>Divisão</b>	IEA e MEC
<b>Investimento</b>	R\$ 48.888,28	<b>Qtd. de Alunos</b>	2 (envolvidos no projeto) 70 em média por ano beneficiados pela implementação nas disciplinas envolvidas
<b>Professor Responsável</b>	Pedro Teixeira Lacava (Professor)	<b>e-mail</b>	██████████
		<b>Telefone</b>	██████████
<b>Gerente do Projeto</b>	Lia Junqueira Pimont (aluna Doutorado)	<b>e-mail</b>	██████████
		<b>Telefone</b>	██████████
<b>Equipe de Execução</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cleverson Bringhenti (Prof.)</li> <li>• Leila Ribeiro (Prof.a)</li> <li>• Daniel de Araujo Brito (aluno grad. MEC)</li> <li>• Fernando Antonio dos Santos Diniz (aluno grad. AER)</li> <li>• Fábio Dias (Dr. Pós-doc)</li> <li>• André Martelli (Dr. Pós-doc)</li> <li>• Frederico Weissenger (MSc. Pesquisador Associado)</li> <li>• Alexander Penaranda (MSc. Pesquisador Associado)</li> </ul>	<b>e-mails</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ██████████</li> <li>• ██████████</li> <li>██████████</li> <li>██████████</li> <li>• ██████████</li> <li>██████████</li> <li>██████████</li> <li>• ██████████</li> <li>██████████</li> </ul>

### Descrição

<b>1. Descrição do Projeto</b> (Inclui declaração do Propósito)	<p>Atualmente o cenário do setor de mobilidade enfrenta a busca de soluções para a redução das emissões de gases de efeito estufa, ou seja, para a descarbonização. Há cerca de vinte anos atrás, vários estudos apontaram que a eletrificação seria a solução para esse movimento. Contudo, alguns fatores fazem com que essa ideia parece distante como solução global em massa, como a evolução lenta da densidade das baterias, a matriz para produção de energética ainda muito dependente de combustíveis fósseis em vários países, o custo elevado dos veículos, a dificuldade e a velocidade de abastecimento, a falta de matéria prima, a baixa autonomia, o descarte, entre outros fatores.</p> <p>Não há dúvida que os veículos eletrificados farão parte de setores como o automotivo e o aeronáutico. Mas serão parte da solução, de acordo com os nichos comerciais e as estratégias de cada país. Assim, os motores a combustão ainda ganharão aplicação na nova mobilidade sustentável, só que buscando maior eficiência, combustíveis limpos ou verdes e baixas emissões de poluentes.</p> <p>Mediante o contexto apresentado nos dois parágrafos anteriores, é importante que os engenheiros que lidarão com mobilidade tenham conhecimento sobre a busca por diversas soluções e estejam preparados para atuar na transição energética, onde em curto prazo as máquinas térmicas conhecidas vão ser reprojatadas para operações limpas, dentre elas o motor de combustão interna.</p> <p>A compreensão dos princípios e aplicações mais sustentáveis dos motores de combustão interna é fundamental na formação dos engenheiros mecânicos e aeronáuticos. É importante que os alunos desses cursos entendam as condições operacionais e construtivas dos motores, suas aplicações e que sejam capazes de determinar e controlar seu desempenho.</p>
--	--

Associado a esta necessidade de conhecimento tecnológico, é preciso uma metodologia de ensino que incentiva os alunos a adotarem uma postura mais ativa no aprendizado durante as aulas. Isso significa que o professor se encarrega de transmitir os conceitos fundamentais e motiva os estudantes a realizarem atividades, geralmente em grupo, que promovem o despertar, por iniciativa própria, para os aspectos importantes dos assuntos envolvidos.

Atualmente o assunto motores a pistão está sendo tratados nas disciplinas PRP 38 - Propulsão Aeronáutica e MMT 05 Motores a Pistão para as engenharias Aeronáutica e Mecânica, respectivamente. Nessas disciplinas existem aulas de laboratório onde o aluno entra em contato com experimentos de motor a pistão. Por sinal o ITA possui um dos melhores laboratórios de pesquisa em motores a pistão no Brasil. Contudo, as aulas de laboratório são dentro de um padrão mais conservador de aprendizagem, ou seja, o aluno acompanha o experimento, recebe os dados e trabalha na redução e interpretação dos mesmo. Apesar da excelente estrutura laboratorial, ela não é adequada para um aprendizado mais ativo, que nesse caso seria os alunos poderem definir estratégias de operação do motor a fazer sua calibração para se atingir um determinado objetivo, a saber: minimizar a emissão de um poluente, resposta a troca de combustível, forma de ignição, partida a frio, entre outras possibilidades.

Assim, neste projeto pretende-se continuar o desenvolvimento de uma bancada de teste de motor de pequeno porte, robusta o suficiente para que diferentes projetos de estratégia operacional elaborados pelos alunos de graduação possam ser testados com segurança e manutenção da integridade da bancada.

Podem ser destacados como objetivos para este projeto:

1) Bancada onde se possa exercer a metodologia "Design-Based Learning", ou seja, o aluno aprende os conceitos de forma teórica e prática, desenvolve um projeto conceitual e por fim implementa, neste caso no próprio motor da bancada.

Comentário: a ideia desta metodologia se aplica para as disciplinas existentes PRP 38 e MTM 05; contudo, os Professores Lacava e Cleverson pretende oferecer em 2025 uma disciplina eletiva mais aprofundada em motores e com o uso de aprendizado por projeto.

2) Maior integração dos alunos de graduação com ambiente de desenvolvimento tecnológico em mobilidade sustentável no ITA.

Comentário: hoje o ITA possui um dos melhores laboratório de pesquisa em motores de combustão interna do Brasil, com infraestrutura adequada, projetos de agência de fomento e em parcerias com empresas, produtividade científica elevada através de publicações de periódicos internacionais, e formação em alto nível de alunos de pós-graduação. Contudo, os alunos de graduação ainda estão distantes das atividades que são desenvolvidas no Laboratório de Combustão, Propulsão e Energia - LCPE. Portanto, o que se busca e trazer os alunos para esse ambiente de exercício da engenharia durante a graduação.

Como resultado espera-se que a bancada permita aos alunos o entendimento dos fenômenos físicos relacionados aos motores e a habilidade prática para controlar os parâmetros de operação e a sua influência no desempenho termodinâmico.

## 2. Escopo do Projeto

Conforme indicado no item anterior, o escopo do projeto consiste no desenvolvimento de uma bancada didática modular para o estudo de motores de combustão interna em escala laboratorial. Para atender tal objetivo, integra-se um motor monocilíndrico Honda GX35 a um dinamômetro com intuito de obter dados de rotação, torque, pressão, temperatura e razão de equivalência. Também será necessário fazer a manutenção do dinamômetro e a montagem e instalação do sistema de controle do dinamômetro e do motor. Uma vez que a montagem seja finalizada, serão realizados testes iniciais para determinar as condições operacionais da bancada. Por fim, os procedimentos experimentais a serem aplicados nas aulas serão avaliados.

O motor e o dinamômetro já estão disponíveis, foram objetos de desenvolvimento dos alunos do Curso de Especialização de Motores oferecido pelo ITA em 2008/2009. Recentemente em 2024 ambos foram recuperados durante o estágio dos alunos de graduação no LCPE, Daniel de Araújo Brito (MEC) e Fernando Antonio dos Santos Diniz (AER), que continuarão participando do projeto. A bancada agora precisa passar por uma segunda fase de manutenção, incorporação de nova instrumentação e também o desenvolvimento do sistema de controle do dinamômetro e do motor.

Além dos alunos de graduação citados e do Prof. Pedro Lacava como responsável pela execução do projeto, a equipe do LCPE-ITA é bastante experiente para execução desta proposta. Como gerente escolheu-se a aluna de doutora Lia Junqueira Pimont, por justamente estar trabalhando com combustíveis sustentáveis, sobretudo hidrogênio em seu tema de doutorado, sendo esta gerência parte do seu estágio de docência. A professora Leila possui experiência na parte de análise de gases poluentes de exaustão e ajudará na integração da bancada com o sistema de análise de gases disponíveis no laboratório. Os dois pesquisadores de pós-doutorado André Martelli e Fábio Dias possuem experiência em sistema de controle de motores e montagem de bancada de motor, respectivamente. Já os pesquisadores associados do LCPE Frederico Weissenger e Alexander Penaranda atuarão na parte de simulação e desenvolvimento do sistema de aquisição da bancada, respectivamente. Ambos possuem experiência de já terem trabalho em empresas que executam teste de bancada em motores.

Por fim destaca-se que uma parte inicial de revitalizar o motor de pequena escala e seu dinamômetro já foi iniciada para demonstrar a viabilidade do projeto, há um equipe com muita experiência para execução das diferentes fases, o LCPE possui um infraestrutura disponível para abrigar a banca e integrá-la com equipamentos já existentes, como analisadores de gases e sistema de aquisição de dados, há o envolvimento de dois alunos de graduação, o que pode motivar o envolvimento de mais alunos no futuro, além da proposta visar a melhoria do processo de aprendizagem através de atividades "hands-on".

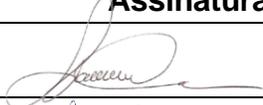
<b>3. Resultados Esperados</b> (Entregáveis do projeto)	<b>Métrica (unidade de medida)</b>	<b>Data Esperada da Entrega</b>	<b>Observação</b>
Aquisição de materiais	Matérias entregues	10/06/24	Informações reunidas em relatório
Manutenção do dinamômetro	Dinamômetro operacional	09/07/24	Informações reunidas em relatório
Montagem motor/escapamento	Motor operacional	20/06/24	Informações reunidas em relatório
Integração motor/dinamômetro	Bancada operacional	09/07/24	Informações reunidas em relatório
Instalação do sistema de controle do dinamômetro	Finalização dos testes	10/10/24	Informações reunidas em relatório
Avaliação experimental da bancada - definição de sua capacidade	Finalização dos testes	11/11/24	Informações reunidas em relatório
Definição dos procedimentos experimentais para aula	Material de apoio para aula	11/12/24	Informações reunidas em relatório

<b>4. Benefícios para Alunos do ITA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria no entendimento e habilidade prática com motores de combustão interna</li> <li>• Melhoria no entendimento e habilidade prática com sistemas de controle para motores de combustão interna e aplicações industriais que usam CLPs para controle de seus processos.</li> <li>• Ampliação das oportunidades de aprendizado em laboratório, visando reforçar a observação prática.</li> <li>• Aprofundamento da sinergia entre os assuntos ensinados em sala e experimentos no laboratório.</li> <li>• Oportunidade do aluno de aprender os conceitos de forma teórica e prática,</li> </ul>
---	--

	<p>desenvolver um projeto conceitual e por fim implementar, nesta caso no próprio motor da bancada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso da bancada pelos os alunos de graduação para o desenvolvimento de iniciação científica, trabalho de graduação e dissertação no programa PMG.</li> </ul>
<b>5. Benefícios para professores do ITA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforçar e dar a oportunidade aos professores de uma prática de ensino mais dinâmica e com maior envolvimento dos alunos.</li> <li>• Aulas práticas tendem a aumentar a motivação dos alunos, tornando a transferência de conhecimento do professor para o estudante mais eficaz.</li> <li>• Oportunidade de trazer para os alunos de graduação o conhecimento acumulado em seus trabalhos de P&amp;D.</li> </ul>
<b>6. Competências a serem desenvolvidas</b> (técnicas e/ou comportamentais)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora.</li> <li>• Ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos.</li> <li>• Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação.</li> <li>• Referência MEC: <a href="http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file">http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file</a></li> </ul>

<b>7. Apoio Adicional Requerido</b>	Não há.
-------------------------------------	---------

<b>8. Planejamento Orçamentário</b> (Desembolsos principais – Detalhes deverão ser incluídos no Planejamento Orçamentário quando aprovado)	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Data</b>	<b>Observação</b>
Controlador lógico programável – PLC500 e Cartões de expansão para controle do dinamômetro e motor	21.672,21	29/02/2024	Valor levantado junto a empresa SDS Automação
4 Sensores de pressão (valor unitário R\$539)	2.156,00	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial FuelTech
Sensor de pressão PS1500PSI	699,00	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial FuelTech
Sensor de Temperatura de ar	219,00	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial FuelTech
Sensor Sonda lambda	521,55	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Mercado Livre
Módulo sonda lambda	879,80	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial FGL Racing
Sensor de pressão de coletor de admissão	239,66	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial D. Marcas (Frete calculado)
3 Termopares (valor unitário R\$649)	2.596,00	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial FuelTech
10 Conexões hidráulicas curvas (valor unitário R\$96,8)	999,43	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Metal Horse (Frete calculado)
10 metros de mangueiras combustivel (valor unitário R\$104,99)	1.092,13	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Metal Horse (Frete calculado)
Rotor para dinamômetro	3000	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Mercado Livre
Célula de carga para dinamômetro	693,65	06/03/2024	Valor levantado junto a empresa Alfa Instrumentos
Motor para alunos desmontarem	2.750,00	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Magazine Luiza

Escapamento do motor	899,00	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial FAM Aeromodelismo
Motor de partida	228,89	06/03/2024	Valor levantado junto a empresa Paulinho Motos
Chicote para unidade de controle do motor	2.079,00	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial FuelTech
2 Injetores (valor unitário R\$ 415,45)	830,90	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Mercado Livre
Bomba de combustível	109,99	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Mercado Livre
Filtro de combustível	317,05	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Metal Horse (Frete calculado)
Óleo 10 litros ((valor unitário R\$72,19)	721,90	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Mercado Livre
Combustível 100 litros ((valor unitário R\$5,61)	561,00	06/03/2024	Contação site Petrobras preço médio estado de São Paulo
Suporte magnético para relógio comparador para medição de lift de válvulas	3.533,56	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Anhanguera Ferramentas
Relógio comparador para medição de lift de válvulas	1.759,56	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial Anhanguera Ferramentas
Calibrador de vela de ignição	329,00	06/03/2024	Valor levantado junto ao site comercial FuelTech
<b>9. Planejamento de Atividades – Cronograma</b> (Fases e Etapas do projeto– Cronograma detalhado deverá ser feito na pasta de Planejamento quando aprovado)	<b>Data Início</b>	<b>Data Fim</b>	<b>Observação</b>
Aquisição de materiais	09/04/24	10/06/24	
Manutenção do dinamômetro	10/06/24	09/07/24	
Montagem motor/escapamento	10/06/24	20/06/24	
Integração motor/dinamômetro	10/06/24	09/07/24	
Instalação do sistema de controle do dinamômetro	10/06/24	10/10/24	
Avaliação experimental da bancada - definição de sua capacidade	11/10/24	11/11/24	
Definição dos procedimentos experimentais para aula	11/10/24	11/12/24	
<b>10. Assinaturas</b>	<b>Nome</b>		<b>Assinatura</b>
<b>Professor Responsável</b>	Pedro Teixeira Lacava (Professor)		
<b>Gerente do Projeto</b>	Lia Junqueira Pimont (aluna Doutorado)		