INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS

Áreas de Pesquisa e Competências Tecnológicas do IEAv

2025

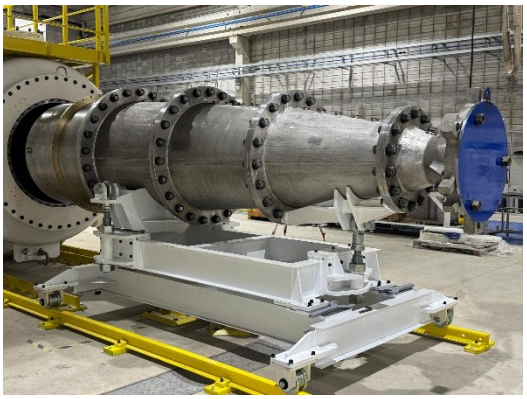
Área: Aerotermodinâmica e Hipersônica

Mais Longe, Mais Alto, Mais Rápido!

O Instituto de Estudos Avançados (IEAv) posiciona-se na vanguarda da pesquisa em Aerotermodinâmica e Hipersônica Aspirada, desenvolvendo competências críticas para o futuro da exploração espacial. As pesquisas do Instituto, que abrangem desde a concepção teórica (TRL 1) até a validação em ambientes relevantes (TRL 6-7), são fundamentais para o desenvolvimento de veículos capazes de operar em regimes de voo superiores a Mach 5, com vistas ao acesso ao espaço.

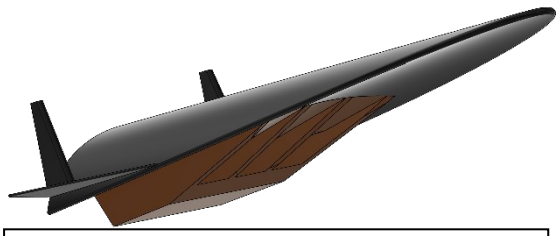
Competências do Instituto:

- **Modelagem e Simulação Avançada:** O IEAv utiliza ferramentas próprias de simulação e softwares de *Computational Fluid Dynamics* (CFD) de alta fidelidade para prever e analisar os complexos fenômenos físico-químicos do escoamento hipersônico, como ondas de choque e altas temperaturas.



Visão parcial do Laboratório de Aerotermodinâmica e Hipersônica

- **Ensaios em Túneis de Vento:** O Instituto dispõe de uma infraestrutura laboratorial singular no hemisfério sul, com diversos túneis de vento hipersônicos, de tamanhos, capacidades diferentes, capazes de simular condições de voo para o desenvolvimento e qualificação de componentes e sistemas.



Concepção artística de demonstrador de tecnologia scramjet

- **Ensaios em Voo:** Com o intuito de avançar no desenvolvimento de sistemas e subsistemas hipersônicos aspirados, o IEAv, em parceria com outros atores do setor espacial e de empresas, atua na realização de ensaios em voo, conferindo ao Brasil destaque no cenário mundial de tecnologias embarcadas com vistas ao acesso ao espaço.

Parcerias:

- **Universidades:** O Instituto fomenta colaborações com grupos de pesquisa em ciência básica e aplicada, envolvendo desde a físico-química de gases em não-equilíbrio até o desenvolvimento de algoritmos de controle para veículos hipersônicos aspirados.

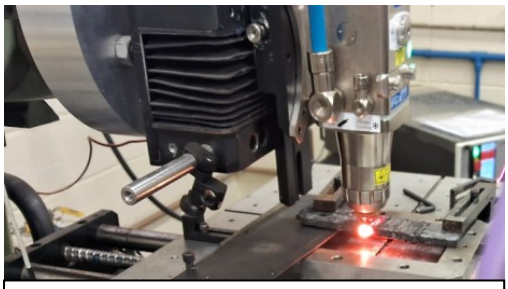
- **Indústria:** O IEAv oferece sua expertise e infraestrutura para o desenvolvimento e a qualificação de produtos aeroespaciais, subsistemas embarcados, veículos aceleradores suborbitais, com destaque para materiais avançados e motores scramjets.

- **Governo:** O Instituto colabora no desenvolvimento de tecnologias estratégicas que garantam a soberania nacional e capacitem o país a participar de programas aeroespaciais de ponta.

Área: Lasers

A Precisão da Luz, a Inovação nos Materiais.

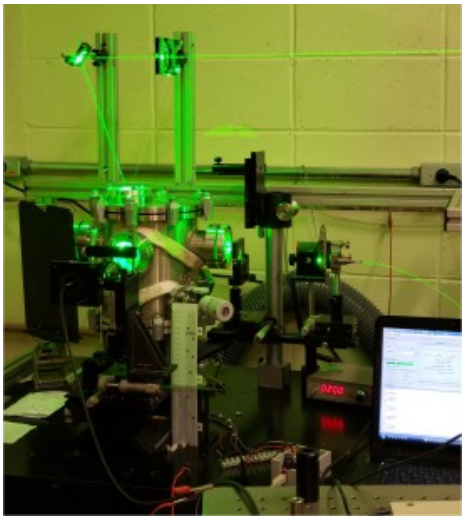
O Instituto de Estudos Avançados (IEAv) posiciona-se como um centro de excelência em Fotônica, desenvolvendo competências críticas para os setores industrial, espacial e de materiais estratégicos. As pesquisas do Instituto, desde a física básica (TRL 1) até o desenvolvimento de protótipos funcionais (TRL 6-7), são fundamentais para o domínio de tecnologias baseadas na luz que definem o estado da arte em processos avançados, sensoriamento, e sistemas de comunicação.



Corte a laser de Compósitos de Carbono Hipersônica

Competências do Instituto:

- **Interação Laser-Matéria:** O Instituto dispõe de laboratórios dedicados ao estudo da interação da radiação laser com diferentes materiais, viabilizando o desenvolvimento de processos para corte, solda, manufatura aditiva e tratamento de superfícies.
- **Sensores a Fibra Óptica:** Com o intuito de avançar no uso de sistemas fotônicos, o IEAv é pioneiro no desenvolvimento de sensores a fibra óptica, como giroscópios e acelerômetros, que oferecem alta sensibilidade, imunidade a interferências eletromagnéticas e capacidade de operação em ambientes hostis.
- **Separação Isotópica a Laser:** O IEAv desenvolve processos inovadores de separação isotópica utilizando lasers sintonizáveis. Essa competência é estratégica para a purificação de isótopos de interesse, com destaque para a obtenção de terras raras de altíssimo grau de pureza.



Câmara de evaporação, separação e coleta de isótopos a laser

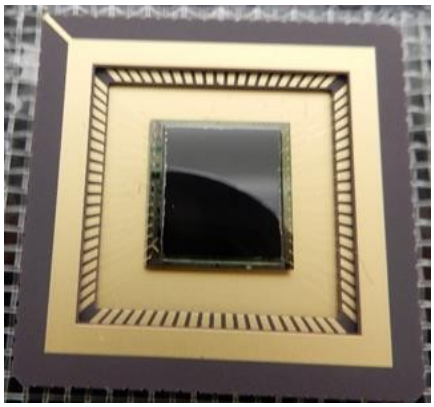
Parceria:

- **Universidades:** O Instituto fomenta colaborações com grupos de pesquisa em ciência básica e aplicada, envolvendo desde o estudo de novos materiais fotônicos até o desenvolvimento de algoritmos para processamento de dados de sensores a fibra óptica.
- **Indústria:** O IEAv oferece sua expertise e infraestrutura para o desenvolvimento e a qualificação de processos industriais a laser, bem como para a criação de novos sensores e sistemas para os mercados de óleo e gás, mineração, telecomunicações e equipamentos médicos.
- **Governo:** O Instituto colabora no desenvolvimento de tecnologias estratégicas que garantam a soberania nacional, com aplicações em monitoramento de estruturas, navegação autônomas e no desenvolvimento de materiais estratégicos.

Área: Sensores Embarcados

Percepção Além do Visível, Robustez para Ambientes Extremos.

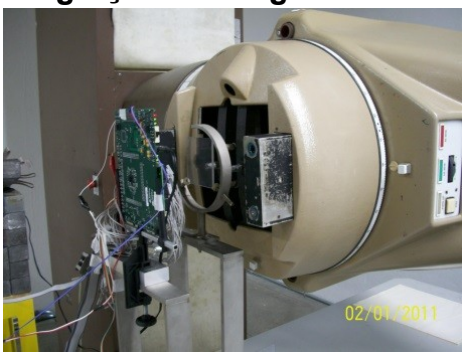
O Instituto de Estudos Avançados (IEAv) especializa-se no desenvolvimento de Sensores Embarcados de alta performance, projetados para operar de forma confiável em ambientes hostis, e tecnologias associadas. As pesquisas do Instituto, que abrangem desde o projeto de componentes (TRL 1) até a integração de protótipos de sistemas (TRL 6-7), são cruciais para missões espaciais, de defesa e para a indústria, onde a falha não é uma opção.



Sensor de imagem no infravermelho

Capacidades do Instituto:

- **Sistemas de Detecção por Infravermelho:** O IEAv projeta e desenvolve sistemas de imageamento e detectores de infravermelho (SWIR, MWIR e LWIR). Essa competência permite a criação de cargas úteis para satélites de observação, sistemas de vigilância e sensores de guiagem que operam por radiação no infravermelho (emitida ou refletida)
- **Tolerância à Radiação :** O Instituto possui infraestrutura e competência singular para o desenvolvimento e ensaio de circuitos eletrônicos quanto aos efeitos da radiação ionizante. Essa capacidade é vital para garantir a resiliência e a confiabilidade de satélites, sensores e eletrônica embarcada, garantindo sua operação em cenários críticos como o da Anomalia Magnética do Atlântico Sul (AMAS).
- **Integração de Cargas Úteis e Eletrônica Embarcada:** Com o intuito de prover soluções completas, o IEAv atua na integração de sensores, sistemas ópticos e eletrônica de processamento em cargas úteis compactas e robustas, prontas para serem embarcadas em plataformas aéreas ou espaciais.



Irradiação de circuito eletrônico

Oportunidades de Parceria (A Tríplice Hélice):

- **Universidades:** O Instituto fomenta colaborações com grupos de pesquisa no estudo dos efeitos da radiação em novos materiais semicondutores, em tripulações, e no desenvolvimento de sensores de imagem no infravermelho.
- **Indústria:** O IEAv oferece sua expertise e infraestrutura para a qualificação de produtos eletrônicos para o setor espacial (eletrônica embarcada em satélites) e ensaios para o setor aeronáutico (dose em tripulações e efeitos em aviônicos), bem como no desenvolvimento de sistemas de visão no infravermelho para aplicações de segurança e inspeção industrial.
- **Governo:** O Instituto colabora no desenvolvimento de cargas úteis para o Programa Espacial Brasileiro, no apoio ao *space farming* (agricultura espacial), contribuindo para o desenvolvimento de soluções para o cultivo de alimentos em missões de longa duração, e também no setor regulatório nacional, oferecendo informações e soluções nacionais para o controle da dose de radiação cósmica em tripulações de aeronaves.

Área: Navegação Inercial

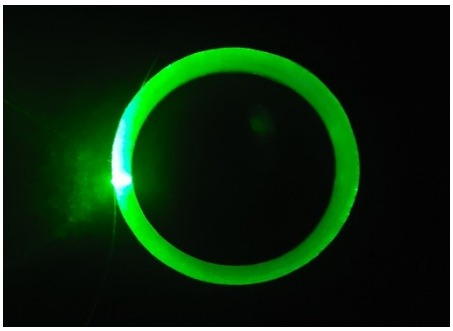
O Rumo Certo, Independente de Sinais.

O Instituto de Estudos Avançados (IEAv) desenvolve tecnologias soberanas de navegação, guiagem e controle, essenciais para a autonomia de veículos em ambientes onde o acesso a sinais de satélite (como o GPS) é negado, impreciso ou hostil. As pesquisas do Instituto, que abrangem desde o desenvolvimento de sensores (TRL 1) até a integração de sistemas de navegação completos (TRL 6-7), são fundamentais para garantir a liberdade de operação e a precisão de plataformas estratégicas.

Capacidades do Instituto:

Unidade de Medição Inercial a Fibra Óptica

- **Sensores Inerciais a Fibra Óptica:** O IEAv é pioneiro no desenvolvimento de acelerômetros e girômetros a fibra óptica (FOG), componentes-chave de Unidades de Medição Inercial (UMI). Esses sensores de estado sólido oferecem alta precisão e robustez, sendo imunes a interferências eletromagnéticas.
- **Algoritmos de Navegação por Imagens:** O Instituto desenvolve algoritmos avançados de visão computacional que permitem a um veículo determinar sua posição e orientação através da análise de imagens do terreno ou do cenário estelar, corrigindo o desvio natural dos sensores inerciais.


Bobina de giroscópio a fibra óptica

- **Fusão de Dados e Integração de Sistemas (INS):** A expertise do IEAv culmina na integração de múltiplos sensores e algoritmos em um Sistema de Navegação Inercial (INS) completo. Utilizando técnicas como Filtros de Kalman, no qual o sistema funde os dados inerciais com os dados de imagem para prover uma solução de navegação contínua, precisa e confiável.

Oportunidades de Parceria (A Tríplice Hélice):

- **Universidades:** O Instituto fomenta colaborações com grupos de pesquisa em fotônica aplicada, novos algoritmos de visão computacional (SLAM), inteligência artificial e teorias de estimação e controle para fusão de sensores.
- **Indústria:** O IEAv oferece sua expertise para o desenvolvimento e produção de Sistemas de Navegação Inercial (INS) nacionalizados para aplicação em VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados), satélites, foguetes, embarcações, veículos terrestres autônomos e no setor de óleo e gás.
- **Governo:** O Instituto colabora no desenvolvimento de sistemas de navegação autônomos e robustos para veículos e plataformas estratégicas, garantindo a soberania nacional e a liberdade de operação das Forças Armadas em qualquer cenário operacional.

Área: Sistemas Autônomos de Apoio à Decisão

Inteligência Artificial para a Decisão Superior.

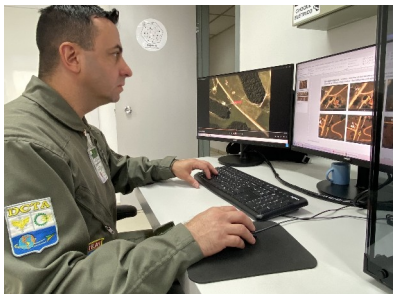
O Instituto de Estudos Avançados (IEAv) realiza pesquisa de ponta para o desenvolvimento de Sistemas Autônomos aplicados ao apoio à decisão, capazes de automatizar e **integrar dados, analisar cenários e executar simulações visando-se apoiar operações em ambientes complexos**. As pesquisas do Instituto, que abrangem o desenvolvimento de algoritmos (TRL 1) até a criação de sistemas interativos de simulação (TRL 6-7), são fundamentais para capacitar e apoiar ações com mais rapidez e eficácia.

Capacidades do Instituto:

- **Inteligência Artificial:** A inteligência artificial é uma as áreas de pesquisa mais importantes para o fortalecimento do poder aeroespacial. IA não é apenas uma atualização; é uma evolução fundamental, essencial para alcançar a superioridade aérea cada vez mais complexa e contestada.

Apoio à decisão

- **Sensoriamento Remoto:** a eficácia de uma força aérea militar moderna depende de sua capacidade de observar e compreender o ambiente operacional. É a tecnologia fundamental que confere aos sistemas autônomos essa capacidade, possibilitando o monitoramento do território nacional e suas fronteiras, a detecção de atividades ilícitas e o conhecimento sobre o território inimigo em situações de conflito, fortalecendo a soberania e a segurança do País.



Sensoriamento remoto

- **Pesquisa Operacional:** Aplica métodos avançados para auxiliar na tomada de melhores decisões, o que a torna uma importante ferramenta em sistemas autônomos. É um relevante campo de pesquisa e desenvolvimento destinado a ajudar uma força militar a atingir seus objetivos com alto grau de eficiência e risco reduzido.

Oportunidades de Parceria (A Tríplice Hélice):

- **Universidades:** Fomento a colaborações com grupos de pesquisa em sensoriamento remoto, computação e áreas afins, estimulando a geração de conhecimento científico e inovação.
- **Indústria:** Disponibilização de expertise do IEAv no desenvolvimento de soluções, favorecendo a transferência de tecnologia e fortalecimento do setor produtivo.
- **Governo**: Cooperação no desenvolvimento de plataformas para análise e planejamento em cenários estratégicos, com ferramentas que ampliam a consciência situacional e aceleram o ciclo de tomada e decisão.

Área: Materiais Avançados

A Matéria-Prima da Inovação, a Estrutura do Futuro.

O Instituto de Estudos Avançados (IEAv) é um polo de desenvolvimento de Materiais Avançados, criando e caracterizando novas soluções para os desafios mais extremos dos setores aeroespacial, nuclear e industrial. As pesquisas do Instituto, que abrangem desde a síntese em laboratório (TRL 1) até a produção de protótipos ensaiados em laboratório nas condições reais de sua aplicação (TRL 5-6), são essenciais para viabilizar tecnologias de ponta que dependem de materiais com desempenho superior.

Capacidades do Instituto:

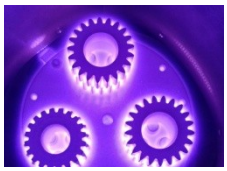
- **Compósitos e Barreiras Térmicas:** O IEAv desenvolve e caracteriza compósitos de matriz cerâmica (CMCs) e de carbono (C/C), bem como revestimentos cerâmicos, síntese de nanoestruturas de nanotubos e grafeno. Essa expertise é fundamental para a criação de barreiras térmicas e componentes estruturais capazes de suportar as condições extremas que ocorrem durante um voo hipersônico.

Compósito C/C de 7 mm cortado a laser

- **Manufatura Aditiva de Metais:** O Instituto dispõe de laboratórios de manufatura aditiva (impressão 3D) por fusão em leito de pó a laser (LPBF) e deposição por energia direcionada (DED), com foco em ligas de titânio, aço inoxidável, alumínio e inconel. Esta capacidade permite a fabricação de componentes com geometrias complexas e otimizadas.

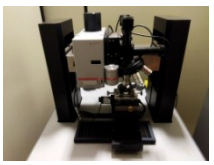
Peça obtida por LPBF

- **Processamento de materiais por laser e por plasma**: O Instituto também desenvolve processos termoquímicos a plasma (aumento da dureza, da resistência ao desgaste e à corrosão) e técnicas de processamento de materiais por laser, como: revestimentos, texturização, polimento metálico, solda e corte, como também desenvolve estudos de terras raras.



Tratamento a plasma

- **Caracterização de materiais avançados:** O instituto dispõe de uma infraestrutura para caracterização mecânica, óptica, eletromagnética, microscópica, de ensaios de superfícies e ensaios de materiais expostos à radiação ionizante.



Oportunidades de Parceria (A Tríplice Hélice):

- **Universidades:** O Instituto fomenta colaborações com grupos de pesquisa em ciência dos materiais, envolvendo desde a modelagem computacional de novos materiais até o desenvolvimento de técnicas inovadoras de caracterização microestrutural.
- **Indústria:** O IEAv oferece sua expertise e infraestrutura para o desenvolvimento e qualificação de novos materiais e processos produtivos, com destaque para a produção de componentes para o setor aeroespacial via manufatura aditiva e a criação de soluções de proteção térmica.
- **Governo**: O Instituto colabora no desenvolvimento de tecnologias estratégicas que garantam a soberania nacional, principalmente no domínio de materiais para aplicações em altas temperaturas e na nacionalização da produção de componentes aeroespaciais críticos.

Instituto de Estudos Avançados (IEAv)

Contato

Trevo Coronel Aviador José Alberto Albano do Amarante, n° 1, Putim,
São José dos Campos - SP | CEP: 12.228-001 - Brasil

Tel: (12) 3947-5360 / 3947-5374 / 3944-1177 (FAX)
E-mail: acs.ieav@fab.mil.br | Protocolo: protocolo.ieav@fab.mil.br

Áreas de Pesquisa e Competências Tecnológicas do IEAv
Edição Setembro de 2025