

Docentes	B1: Pesquisa Integrada de Controle de Atitude, Controle Térmico e Planejamento de Trajetórias para Veículos Espaciais			B2: Combustão			B3: Propulsão				
	B1.1: Controle De Atitude E Órbita De Satélites	B1.2: Controle Térmico De Veículos Espaciais	B1.3: Trajetórias Espaciais	B2.1: Combustão e Pirólise de Turfa	B2.2: Processos de Combustão Avançados	B2.3: Experimental and Numerical Study of Entrainment Effects on Diffusion Flames with Continuous Variation of Geometric Properties: A New Combustion Configuration	B3.1: Desenvolvimento do VSI-PPT - Propulsor de Plasma Pulsado com Impulso Específico Variável	B3.2: Modelagem de Fluxo de Gás fora do Equilíbrio Termodinâmico devido à Transição de Fase	B3.3: Modelamento Numérico de Combustão de Sprays em Câmaras de Foguetes	B3.4: Pesquisa e Desenvolvimento de Injetores	B3.5: Desenvolvimento de Propulsores "Greeen", Glicofídicos e Hipergólicos
<b>NÚMERO DE DOCENTES por LINHA DE PESQUISA</b>	<b>3</b>			<b>2</b>			<b>4</b>				
Fernando de Souza Costa				Fernando de Souza Costa	Fernando de Souza Costa				Fernando de Souza Costa	Fernando de Souza Costa (Responsável)	Fernando de Souza Costa
Fernando Fachini Filho						Fernando Fachini Filho					
Rodrigo Intini Marques							Rodrigo Intini Marques				
Denize Kalempa								Denize Kalempa			
Marcio Teixeira de Mendonça								Márcio Teixeira de Mendonça (Responsável)	Márcio Teixeira de Mendonça	Márcio Teixeira de Mendonça	
Antonio Fernando Bertachini De Almeida Prado			Antonio Fernando Bertachini De Almeida Prado								
Ronan Arraes Jardim Chagas	Ronan Arraes Jardim Chagas										
Rafael Lopes Costa		Rafael Lopes Costa									
<b>NÚMERO DE DOCENTES projeto / linha de pesquisa</b>	<b>1 / 3</b>	<b>1 / 3</b>	<b>1 / 3</b>	<b>1 / 2</b>	<b>1 / 2</b>	<b>1 / 4</b>	<b>1 / 4</b>	<b>1 / 4</b>	<b>2 / 4</b>	<b>2 / 4</b>	<b>1 / 4</b>

## **LINHA DE PESQUISA B1: Pesquisa Integrada de Controle de Altitude, Controle Térmico e Planejamento de Trajetórias para Veículos Espaciais**

**DESCRIÇÃO:** A linha de pesquisa em Controle de Altitude, Controle Térmico e Planejamento de Trajetórias para Veículos Espaciais inclui: estudos de algoritmos para controle e determinação de altitude em satélites, desenvolvimento de técnicas para calibração e comissionamento de sensores em órbita, modelagem de atuadores para utilização no controle de altitude (tais como rodas de reação, propulsores, bobinas magnéticas, entre outros), modelagem de sensores para utilização no controle de altitude de satélites (tais como sensores solares, giroscópios, magnetômetros, sensores de estrelas, receptores GNSS, entre outros), estudo sobre a aplicabilidade de algoritmos avançados no controle de altitude de satélites (tais como controladores e estimadores baseados em rede neurais, filtros de partículas, estimação distribuída, entre outros), prospecção de técnicas para manutenção da altitude durante manobras orbitais e desenvolvimento de algoritmos para detecção, identificação e mitigação de falhas em atuadores e/ou sensores permitindo a manutenção do controle de altitude. Inclui também estudos de propagação de órbitas de satélites artificiais sujeitos a forças perturbativas (terceiro corpo, arrasto atmosférico, corpos não esféricos, pressão de radiação solar, etc); manobras orbitais impulsivas e contínuas, com e sem o uso de forças naturais (gravidade, arrasto atmosférico, etc); buscas de órbitas periódicas e não-periódicas para veículos espaciais em sistemas keplerianos e perturbados; planejamento e manutenção de constelações de satélites para diversas aplicações; propagação e mitigação de detritos espaciais, bem como planejamento de manobras evasivas para evitar colisões entre detrito espaciais e satélites. Além disso, aborda transferência de calor e sistemas térmicos, especialmente para aplicações espaciais inclui: estudos de dispositivos de controle térmico (tubos de calor, radiadores espaciais, revestimentos, OSRs, mantas superisolantes MLI, capacitores térmicos, venesianas térmicas, etc.); testes térmicos e setups de testes, especialmente em vácuo; modelamento e simulação térmicas; projeto e dimensionamento de sistemas térmicos; análises e projetos térmicos de equipamentos eletrônicos; termografia no espectro infravermelho.

### **PROJETO DE PESQUISA B1.1: Controle De Altitude E Órbita De Satélites**

**DESCRIÇÃO:** Estudos na área de controle de altitude e órbita em veículos espaciais, incluindo: estudo de algoritmos para controle e determinação de altitude em satélites, desenvolvimento de técnicas para calibração e comissionamento de sensores em órbita, modelagem de atuadores para utilização no controle de altitude (tais como rodas de reação, propulsores, bobinas magnéticas, entre outros), modelagem de sensores para utilização no controle de altitude de satélites (tais como sensores solares, giroscópios, magnetômetros, sensores de estrelas, receptores GNSS, entre outros), estudo sobre a aplicabilidade de algoritmos avançados no controle de altitude de satélites (tais como controladores e estimadores baseados em rede neurais, filtros de partículas, estimação distribuída, entre outros), prospecção de técnicas para manutenção da altitude durante manobras orbitais e desenvolvimento de algoritmos para detecção, identificação e mitigação de falhas em atuadores e/ou sensores permitindo a manutenção do controle de altitude.

**DATA DE INÍCIO:** 01/01/2004

**DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR:** MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI

**DOCENTES:**

Ronan Arraes Jardim Chagas

### **PROJETO DE PESQUISA B1.2: Controle Térmico De Veículos Espaciais**

**DESCRIÇÃO:** Estudos na área de transferência de calor e sistemas térmicos, especialmente para aplicações espaciais; dispositivos de controle térmico (tubos de calor, radiadores espaciais, revestimentos, OSRs, mantas superisolantes MLI, capacitores térmicos, venesianas térmicas, etc.); testes térmicos e setups de testes, especialmente em vácuo; modelamento e simulação térmicas; projeto e dimensionamento de sistemas térmicos; análises e projetos térmicos de equipamentos eletrônicos; termografia no espectro infravermelho.

DATA DE INÍCIO: 01/01/2012

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI

DOCENTES:

Rafael Lopes Costa

### **PROJETO DE PESQUISA B1.3: Trajetórias Espaciais**

DESCRIÇÃO: Estudos na área de astrodinâmica ligados ao movimento de veículos espaciais, incluindo: propagação de órbitas de satélites artificiais sujeitos a forças perturbativas (terceiro corpo, arrasto atmosférico, corpos não esféricos, pressão de radiação solar, etc); manobras orbitais impulsivas e contínuas, com e sem o uso de forças naturais (gravidade, arrasto atmosférico, etc); busca de órbitas periódicas e não-periódicas para veículos espaciais em sistemas keplerianos e perturbados; planejamento e manutenção de constelações de satélites para diversas aplicações; propagação e mitigação de detritos espaciais, bem como planejamento de manobras evasivas para evitar colisões entre detrito espaciais e satélites.

DATA DE INÍCIO: 01/01/2012

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI

DOCENTES:

Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado

### **LINHA DE PESQUISA B2: Combustão**

DESCRIÇÃO: A linha de pesquisa em combustão inclui: modelamento matemático e simulação numérica de chamas e processos reativos; processos de combustão avançados, combustão sem chama visível, combustão "oxyfuel"; atomizadores, queimadores, incineradores e câmaras de combustão; combustão de sólidos, líquidos e gases, inflamabilidade de materiais poliméricos e celulósicos, queima de turfa, combustão de biomassa, incêndios e queimadas; diagnósticos ópticos de escoamentos e processos de combustão, tomografia de chamas; análise óptica experimental de processos de atomização e de sprays; e detonações e deflagrações.

#### **PROJETO DE PESQUISA B2.1: Combustão e Pirólise de Turfa**

DESCRIÇÃO: Os diversos tipos de turfa, provenientes de diferentes locais do mundo, podem apresentar comportamentos diferenciados de degradação térmica e de combustão. Este trabalho busca estudar as características de combustão incandescente e de pirólise da turfa do Vale do Rio Paraíba do Sul, considerando os efeitos da densidade, teor de matéria orgânica, tamanho de partículas, perda de calor e outros fatores sobre as taxas de pirólise e queima, além das emissões de gases. Projeto em colaboração com a Poli-USP.

DATA DE INÍCIO: 01/06/2019

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI

DOCENTES:  
Fernando de Souza Costa

### **PROJETO DE PESQUISA B2.2: Processos de Combustão Avançados**

DESCRIÇÃO: A combustão sem chama visível e a combustão oxyfuel são processos avançados de combustão que podem proporcionar uma alta eficiência de queima com redução de emissões poluentes. O presente projeto visa a realização de estudos teóricos e experimentais da combustão sem chama visível de diferentes combustíveis, incluindo HVO, Farnesano, etanol, diesel e biodiesel, além da oxicombustão de turfa.

DATA DE INÍCIO: 01/06/2019

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI

DOCENTES:  
Fernando de Souza Costa

### **PROJETO DE PESQUISA B2.3: Experimental and Numerical Study of Entrainment Effects on Diffusion Flames with Continuous Variation of Geometric Properties: A New Combustion Configuration**

DESCRIÇÃO: O projeto consiste na investigação teórica, numérica e experimental de chamas difusivas estabelecidas pela ejeção de combustível de um queimador cilíndrico poroso no meio de dois jatos impingentes de ar.

DATA DE INÍCIO: 01/02/2022

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI e FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FAPESP

DOCENTES:  
Fernando Fachini Filho

### **LINHA DE PESQUISA B3: Propulsão**

DESCRIÇÃO: A linha de pesquisa em propulsão espacial inclui: propulsores químicos a monopropelentes e bipropelentes líquidos; propulsores a propelentes híbridos e propelentes sólidos; novos propelentes, pares hipergólicos, propelentes "green"; propulsão elétrica, incluindo propulsores eletrotérmicos, a plasma e iônicos; novos sistemas de propulsão; desenvolvimento de injetores e placas injetoras para sistemas de propulsão; modelos teóricos e simulação numérica de escoamentos em câmaras de combustão e tubeiras de foguetes; aerotermocinética, simulação numérica de escoamentos rarefeitos e da reentrada na atmosfera; diagnósticos ópticos, incluindo métodos schlieren, shadow, telecêntrico, microscopia e difração laser, para estudos de sprays e de escoamentos em câmaras e tubeiras.

### **PROJETO DE PESQUISA B3.1: Desenvolvimento do VSI-PPT - Propulsor de Plasma Pulsado com Impulso Específico Variável**

DESCRIÇÃO: O lançamento de satélites envolve duas etapas propulsivas principais: injeção ou alteração orbital e manutenção orbital. Normalmente utiliza-se um propulsor para cada etapa. O objetivo desse projeto é o desenvolvimento do VSI-PPT, um propulsor inovador, com potencial disruptivo e capaz de operar nas duas etapas através da variação de seu empuxo e de seu impulso específico em uma ampla faixa (~1mN a 2N e ~130s a 2200s).

DATA DE INÍCIO: 01/12/2022

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCTI e CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DOCENTES:

Rodrigo Intini Marques

### **PROJETO DE PESQUISA B3.2: Modelagem de Fluxo de Gás fora do Equilíbrio Termodinâmico devido à Transição de Fase**

DESCRIÇÃO: O projeto visa modelar a cinética de escoamentos gasosos fora de equilíbrio causados por transição de fase em interface esférica com base em modelos cinéticos para a equação de Boltzmann linearizada. Os coeficientes de salto de temperatura e pressão usados nas condições de contorno em baixa e moderada rarefação do gás serão calculados para evaporação/condensação de/para uma esfera líquida e seu vapor. A influência da geometria nos coeficientes de salto será analisada e os processos de sublimação e deposição e mistura de hélio-argônio serão estudados numericamente. A influência dos modelos de esfera rígida e de Lennard-Jones será analisada, assim como o potencial ab initio disponível na literatura. A velocidade, fluxo de calor, pressão e temperatura, etc, induzidas pela transição de fase na interface serão calculadas. Um esquema numérico híbrido será proposto para uso com baixa e moderada rarefação do gás. Projeto em colaboração com a USP de Lorena

DATA DE INÍCIO: 01/02/2023

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI e FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FAPESP

DOCENTES:

Denize Kalempa

### **PROJETO DE PESQUISA B3.3: Modelamento Numérico de Combustão de Sprays em Câmaras de Foguetes**

DESCRIÇÃO: Modelos matemáticos de combustão de sprays são importantes no desenvolvimento de câmaras de combustão e propulsores espaciais. Tais modelos permitem análises comparativas de condições de operação e configurações, resultando em reduções no número de ensaios, custos e tempo de desenvolvimento. O presente projeto visa aprimorar modelos de escoamento reativo multifásico em câmaras de combustão de foguetes desenvolvidos no Laboratório de Combustão e Propulsão do INPE. Simulações da queima de diferentes propelentes foram realizadas, tais como misturas de hidrazinas e tetróxido de nitrogênio, oxigênio líquido e etanol, e peróxido de hidrogênio e etanol. Os modelos desenvolvidos estão sendo aprimorados para permitir maior acurácia de resultados, maior detalhamento e melhor modelagem dos processos de vaporização de gotas, reação química e resfriamento das paredes da câmara em função da razão de equivalência, número de parcelas de gotas de diferentes tamanhos, pressão da câmara. Projeto em colaboração com a UFSM.

DATA DE INÍCIO: 01/03/2021

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI

DOCENTES:  
Márcio Teixeira de Mendonça  
Fernando de Souza Costa

#### **PROJETO DE PESQUISA B3.4: Pesquisa e Desenvolvimento de Injetores**

DESCRIÇÃO: Injetores de combustíveis e oxidantes utilizados em foguetes têm por objetivo de garantir uma mistura e queima uniforme e estável dos propelentes, além de garantir um comprimento de combustão adequado para minimizar o tamanho da câmara e garantir a combustão completa. O projeto visa realizar estudo teórico e experimental de injetores para aplicações espaciais e industriais, com o desenvolvimento de diferentes tipos de injetores (centrífugos simples e duais, jato-centrífugos, blurry, jato simples, jatos colidentes, etc) para atomização de propelentes e combustíveis. São empregadas técnicas ópticas avançadas (difração laser, schlieren, shadowgrafia, microscopia e método telecêntrico) com câmeras de alta velocidade e alta resolução. Softwares livres e desenvolvidos "in house" são usados para análise de características de filmes líquidos e sprays e métodos matemáticos avançados são aplicados no estudo de instabilidades.

DATA DE INÍCIO: 01/05/2014

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI

DOCENTES:  
Fernando de Souza Costa  
Márcio Teixeira de Mendonça

#### **PROJETO DE PESQUISA B3.5: Desenvolvimento de Propelentes "Green", Gelificados e Hipergólicos**

DESCRIÇÃO: O projeto visa o estudo experimental de novos propelentes espaciais, com avaliação das características de atomização empregando-se vários tipos de injetores e determinação de tempos de atraso de ignição através de testes de queda de gota e testes de colisão com diferentes quantidades de movimento e ângulos de colisão. Os propelentes "green" apresentam menor impacto ambiental e menor toxicidade que as hidrazinas enquanto os propelentes gelificados possuem melhores características de segurança e podem alcançar impulsos específicos maiores que os propelentes convencionais. Projeto em colaboração com a Universidade de Xian, na China, com intercâmbio de alunos.

DATA DE INÍCIO: 01/06/2019

DESCRIÇÃO DO FINANCIADOR: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI

DOCENTES:  
Fernando de Souza Costa